Cristina Allione, Carla Lanzavecchia

DALL'ECODESIGN ALL'ARCHITETTURA

ALLEGATI AL TESTO

TIME&MIND PRESS

Cristina Allione, Carla Lanzavecchia

DALL'ECODESIGN ALL'ARCHITETTURA

ALLEGATI AL TESTO

TIME&MIND PRESS

INDICE

APPENDICE 1
SISTEMI DI VALUTAZIONE DI LCIA

Durante un'analisi di LCA, si è visto che durante la fase di LCIA è possibile adottare diversi sistemi di pesatura e valutazione, detti *weighting system*.

Con lo scopo di individuare i raggi d'azione coperti dalle analisi dei diversi ecosoftware, in particolare per quanto riguarda gli Analysis Software, è stato necessario approfondire i sistemi di valutazione adottati da questi strumenti con lo scopo di comprendere i criteri di valutazione su cui si basano ed evidenziare gli effetti ambientali considerati.

Sistemi di valutazione o pesatura, i cui principali e più riconosciuti sono:

CUMULATIVE ENERGY DEMAND - CED

Sviluppato da Boustead & Hancock nel 1979[1], questo metodo è adottato da EcoInvent Center - Swiss Centre for Life Cycle Invetories (CH).

La *Cumulative Energy Demand Analysis*, è un sistema di analisi affermatosi dopo la crisi energetica del 1973, per porre analizzare i consumi energetici legati ad un sistema produttivo.
È un sistema di valutazione di tipo *midpoint approach*, che si focalizza sull'analisi dell'impiego delle risorse energetiche che in questo sistema sono distinte in cinque categorie d'impatto: risorse non rinnovabili fossili e nucleari, risorse rinnovabili distinte in biomasse, acqua, fonti energetiche derivate dal vento, dal sole o dalla terra.
Tramite questo metodo è possibile calcolare sia l'energia diretta, impiegata in un processo produttivo, che quella indiretta, che permette di avere la quota di energia diretta pronta per essere consumata.
Il metodo si focalizza solo sui carichi energetici legati alle diverse operazioni coinvolte in un sistema produttivo, che sebbene costituiscano un tassello importante per la valutazione della prestazione ambientale di un sistema, da solo non può fornire un quadro esaustivo dell'effettivo carico ambientale di un sistema produttivo, per cui questo metodo va affiancato ad altri sistemi di valutazione, che comprendono le categorie d'impatto relative ad altri effetti e relativi fattori di caratterizzazione.
Effetti ambientali considerati: vengono considerate in questo metodo solo i consumi di risorse energetiche.

CML

Sviluppato da CML - Centre of Environmental Science - Leiden University (NH) nel 1992 e poi aggiornato nel 2001.

È un sistema di valutazione di tipo *midpoint approach* che copre tutte le emissioni e gli impatti legati al consumo di risorse, per i quali sono disponibili metodi e modelli di classificazione/caratterizzazione accettati comunemente.
All'interno di questo metodo sono stati raccolti i metodi di caratterizzazione per le principali categorie di impatto esaminate in un'analisi di LCA, sulla base di un'analisi estesa delle esistenti metodologie impiegate a questo scopo.
Le categorie di impatti raccolte al suo interno sono organizzate in:

1. Boustead, I., Hancock, G.F., *handbook of Industriale Energy Analysis*, Ellis Horwood Ltd., 1979

– categorie di impatto obbligatorie in un'analisi di LCA: per le quali sono disponibili e riconosciuti modelli e indicatori di effetto largamente accettati;
– categorie di impatto facoltative: che possono o meno essere comprese in uno studio di LCA a seconda degli obiettivi d'analisi fissati e per le quali esistono degli indicatori di categoria definiti;
– altri impatti: per i quali invece non sono disponibili valori di caratterizzazione, per cui sono impossibili da includere in un'analisi quantitativa di LCA.

In relazione alle categorie d'impatto obbligatorie, questo metodo fornisce un sistema di base per la loro caratterizzazione e modellizzazione con i relativi fattori di conversione e indicatori di categoria. A fianco del sistema di caratterizzazione di base il metodo illustra anche tutti i sistemi di modellizzazione alternativi con i relativi fattori di conversione e caratterizzazione.

Il metodo si spinge fino a fornire dei fattori di normalizzazione che consentono di comparare i contributi singoli ai diversi effetti. Per ottenere quindi dei risultati normalizzati l'utente dovrà semplicemente dividere il risultato derivante dalla caratterizzazione di ogni categoria d'impatto per il relativo fattore di normalizzazione.

Fattori di normalizzazione per ogni categoria di impatti ed emissioni, che sono calcolati sulla base delle relative sostanze emesse nel 1990a livello mondiale, nel 1995 al contesto europeo e nel 1997 in relazione al contesto geografico olandese.

Effetti ambientali considerati: esaurimento delle risorse, estrazione di risorse energetiche, cambiamenti climatici, assottigliamento dello strato di ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimica estivo, tossicità umana, uso del territorio e rumore.

CRITICAL VOLUME METHOD

Sviluppato dalla University of Basle (CH) nel 1992.

È un sistema di valutazione degli impatti di tipo *distance to target,* basato sia su considerazioni scientifiche che di tipo socio-economico. Si caratterizza per un particolare riguardo per gli impatti tossicologici.

Come metro o unità di valutazione, questo metodo impiega un valore considerato critico, detto *critical flow o volume*, che può essere rappresentato dal limite di legge stabilito per il tipo di emissione considerata nel paese dove viene svolta l'analisi.

Operativamente gli input e gli output tratti dalla fase di inventario vengono valutati direttamente senza passare dalla fase di classificazione.

La valutazione degli impatti emessi avviene classificandoli in consumo energetico, volume critico di emissioni in aria, volume critico di emissioni in acqua e quantità di rifiuti solidi. Volume critico che esprime la quantità di acqua, aria e suolo che è necessario impiegare per mantenere l'emissione al di sotto del limite normativo.

Il rispettivo valore critico di un certo tipo di emissione è dato dal rapporto tra il carico[2], espresso come massa per volume, e il limite legale stabilito, espresso come massa/volume.

I valori critici delle diverse emissioni considerate possono poi essere sommate in funzione dei 4 gruppi considerati, emissioni in aria, in acqua, rifiuti solidi e energia consumata. In pratica le emissioni sono misurate in base si limiti di legge e sommate tra loro.

Inizialmente sviluppato per il solo contesto svizzero, questo metodo in seguito è stato esteso anche in altri paesi, come Svizzera, Olanda e Svezia.

La criticità di questo sistema è legata principalmente al fatto che si basa su parametri normativi, che non sempre coincidono con gli effettivi livelli tossici delle emissioni e che possono essere diversi da paese a paese.

Esiste un metodo simile, detto Critical Surface – Time (CST), sviluppato da EPFL – Ecole Polithechnique Federale de Lausanne (CH) nel 1994.

Effetti ambientali considerati: consumi di energia, produzione di rifiuti ed emissioni in aria e acqua al solo livello locale e quindi riassumibili nell'effetto di *Human Toxicity*.

---

2. Dove per carico si intende la quantità di quella emissione riferita ad un unità funzionale assunta.

ECO-INDICATOR '95 E '99

Sviluppato da Prè Consultants in collaborazione con il VROM - The Dutch Ministry of Housing Spatial Planning and Environment (NL). Primo sistema elaborato nel 1995 e poi aggiornato nel 1999.

Questo metodo di *damage approach* o *endpoint level* può essere impiegato sia come uno strumento di valutazione semplificata di LCA, come già visto nella ricerca, che come sistema di valutazione e pesatura adottabili in uno studio di LCA.
La sua peculiarità sta nel fatto che consente di delineare dei risultati di endpoint, cioè espressi in relazione a tre categorie di danno assunto, nello specifico danni alla salute umana, agli ecosistemi e uso delle risorse.
Valutazione dei danni in relazione alle tre aree di salvaguardia, le cui rispettive unità di misura, DALY, PAF e MJ, sono equiparabili e quindi sommabili tra loro in un singolo punteggio, l'Eco-indicator espresso in Point (Pt) o MilliPoint (MPt), che rappresenta le prestazioni complessive del sistema indagato in termini energetico ambientali.
Per dovere di cronaca il precedente sistema Eco-indicator '95, per arrivare alla formulazione dei punteggi adottava il criterio di *distance to target*, mentre il l'Eco-indicator '99, adotta invece la procedura di *damage approach* così come indicata da UNEP e SETAC[3], che consente di passare in maniera scientifica dalla fase di midpoint alla valutazione di endpoint. Per questo con questo sistema sono forniti oltre che valori di caratterizzazione relative alle diverse categorie d'impatto assunte, anche valori di normalizzazione adottabili in un sistema di valutazione con i relativi fattori di conversione.
I valori di normalizzazione sono ricavati per ogni categoria di danno e sono calcolati a livello europeo, assumendo come hanno base il 1993 ed eventuali aggiornamenti se disponibili.
Effetti ambientali considerati: effetto serra, assottigliamento dello strato di ozono, smog invernale e smog fotochimico estivo, acidificazione, eutrofizzazione, impiego di risorse.

ECOSCARSITY METHOD (ECOPOINTS)

Sviluppato da BUWAL - Federal Office for Environment - Department of the Environment, Transport, Energy and Communication (CH) nel 1990. Versione aggiornata al 2006.

È un metodo di *distance to target*, cioè che valuta la distanza rispetto ad un prefissato livello di target dell'impatto considerato, distanza sulla quale si determina la serietà o meno di un certo tipo di emissioni.
La normalizzazione avviene rapportando il livelli di output con il limite massimo, che coincide con i livelli fissati dalle normative ambientali in materia vigenti nei diversi paesi.
Il metodo fornisce i fattori di valutazione/pesatura per diversi tipi di emissioni in aria, acqua e suolo, come pure per l'uso di risorse energetiche. L'eco-punteggio calcolato per ogni tipo di emissione è dato dal rapporto tra i flussi attuali di quella emissione e il relativo livello critico, su base annua e in una stessa area geografica.
In pratica anche questo metodo valuta direttamente i dati di input e output derivanti dalle fase di inventario, moltiplicandoli per il loro relativo ecopunteggio. In questo modo tutti eco-score ottenuti potranno poi essere sommati tra loro per avere un singolo valore rappresentativo del carico energetico-ambientale del sistema indagato.
Gli ecopunteggi forniti in questo sistema sono calcolati dal rapporto tra flussi annuali, tratti dai più recenti dati statistici inerenti l'argomento, e flussi considerati critici, cioè quelli coincidenti con i limiti legislativi imposti dalle normative svizzere.
I danni e gli effetti conseguenti alla salute umana e alla qualità degli ecosistemi, cioè le aree di salvaguardia, sono valutati e tenuti in considerazione nella definizione stessa di questi limiti legislativi durante la delineazione delle politiche e delle conseguenti normative ambientali emanate, che diventano la struttura su cui definire i flussi critici e le cui priorità possono essere diverse da paese a paese.

---

3. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, *Evaluation of Environmental Impacts in life Cycle Assessment*, in collaborazione con CML e US. EPA, UNEP Report, Parigi, 2003; HEIJUNGS, R., GOEDKOOP, M., STRUIJS, J., (et Alii), T*owards a life cycle impact assessment method which comprises category indicators at the midpoint and the endpoint level. Design of a new method*, first draft of project Aligning Eco-indicator 99 and LCA Guide 2001, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre of Environmental Science of Leiden University (CML), and Pre Consultants with found of Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), Schiphol, 2001

Si tratta di un metodo top-down che è costruito su assunzioni di target e obiettivi politici e per questo passibile di critiche e adottabile solo nei paesi per i quali sono previsti gli eco-punteggi.
Sviluppato originariamente per il contesto svizzero, in seguito questo sistema è stato esteso ad altri paesi, come il Belgio, l'Olanda, la Svezia e il Giappone.
Questo metodo, oltre che come sistema di pesatura in un'analisi di LCA, viene anche impiegato come strumento per la valutazione degli aspetti ambientali di un'impresa che adotta un sistema di gestione ambientale, tipo ISO 14000 o EMAS.
Effetti ambientali considerati: estrazione di risorse energetiche, cambiamenti climatici, assottigliamento dello strato di ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimico estivo, ecotossiticà, tossiticà per l'uomo, uso del territorio, e rumore.

EDIP '97 - 2003 - *Environmental Design of Industrial Product*

Sviluppato da Danish Environmental Protection Agency, Danish Ministry of Environment (DK) nel 1997. Versione aggiornata nel 2003.

È sistema di valutazione detto di *midpoint* (o *problem oriented approach*) ampiamente documentato ed esaustivo che copre le principali categorie d'impatto e i correlati effetti ambientali, l'uso delle risorse e gli impatti che si verificano negli ambienti di lavoro.
La fase di valutazione consiste in un confronto tra impatti potenziali calcolati e un valore di riferimento rispetto al quale sono note le conseguenze ambientali. L'impatto potenziale calcolato viene assunto normalizzato in persone-equivalenti, mentre il valore di riferimento è dato dall'ammontare degli impatti e dal consumo di risorse generati in un anno e attribuibile ad una persona equivalente.
Per esempio per l'effetto serra si prende in considerazione il valore di concentrazione di CO_2-equivalente causato dal sistema indagato e lo si divide per la media annua delle emissioni di CO_2 per abitante della Terra.
L'unità persona-equivalente indica allora la quota annuale che spetta ad ogni persona per l'effetto serra causato dal processo.
In modo analogo si calcolano i valori per gli altri tipi di effetti considerati espressi in persone-equivalente.
Il sistema EDIP '97 è nato inizialmente per la valutazione degli impatti ambientali nei luoghi produttivi e di lavoro e basava il suo sistema di valutazione o pesatura su obiettivi e livelli normativi di riduzione e controllo degli impatti ambientali negli ambienti di lavoro.
Il sistema aggiornato EDIP 2003 consente di stabilire dei fattori di caratterizzazione differenziati in funzione dei diversi contesti territoriali.
Effetti ambientali considerati: effetto serra, assottigliamento dello strato di ozono, acidificazione, eutrofizzazione nei suoli e nelle acque, la formazione di ozono fotochimica (smog estivo), tossicità umana e ecotossicità.

EPS – Environmental Priority Strategies

Sviluppato dal CPM - Centre for the environment assessment of Product and Material systems - Chalmers University of Technology & Swedish National Board for Technical and Industrial Develompment (SE) nel 1990. Versione aggiornata al 2003.
La sua entità viene determinata moltiplicando il quantitativo di una certo valore di emissione, o di un dato consumo, per l'indice di carico ambientale caratteristico.
Nel confronto tra diverse alternative più è basso l'indice in ELU migliore è la soluzione scelta.
La difficoltà nel determinare gli indici di carico ambientale, come per esempio i costi che la società deve affrontare per la protezione della biodiversità o per evitare certi disagi, rende problematico l'applicazione di questo metodo.
Effetti ambientali considerati: sono considerati effetti come uso e esaurimento delle risorse energetiche e materiali, e la tossicità umana.

Tutti gli altri effetti come cambiamenti climatici (effetto serra), esaurimento dello strato di ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimica estivo, ecotossicità, sono considerati in maniera indiretta e ricondotti alle 5 area di salvaguardia considerate in questo sistema di valutazione.

IMPACT 2002

Sviluppato da Swiss Federal Institute of Technology, Ecole Polithechnique Federale de Lausanne (CH) nel 2002.

È un sistema di valutazione che propone un approccio combinato tra *midpoint* e *endpoint* (o *damage approach*).
In pratica consente di correlare tutti i tipi di risultato d'inventario (i flussi elementari) in 14 categorie di midpoint, ricollegabili a loro volta a quattro categorie di danno: salute umana, qualità degli ecosistemi, cambiamenti climatici e risorse.
I vari fattori di caratterizzazione sono stai tratti e adattati a questo metodo di valutazione, da altri sistemi come CML2002 o Eco-indicator, tranne nel caso dei fattori relativi alla tossicità umana e all'ecotossicità.
In questo caso per determinare dei fattori di conversione rappresentativi delle conseguenze dannose per la salute umana, sono stati delineati dei modelli di calcolo appositi che tengono in considerazione sia le sostanze cancerogene che non, il trasferimento dei contaminanti alla catena alimentare, la comparazione tra emissioni interne ed esterne agli ambienti e il carattere intermittente delle piogge.
Al suo interno sono inoltre forniti sia i fattori di normalizzazione sia per la loro valutazione a livello di midpoint, che i fattori di conversione per una loro ulteriore aggregazione in un singolo punteggio espressivo del grado di serietà del danno.
Effetti ambientali considerati: cambiamenti climatici, assottigliamento dello strato di ozono, tossicità umana, smog fotochimico estivo, rumori, acidificazione, eutrofizzazione, ecotossicità, uso del territorio, estrazione di risorse energetiche, esaurimento risorse minerali e acqua

IPPC

Sviluppato da IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (CH) nel 1997. Versione aggiornata al 2001.

L'IPPC ogni anno fornisce e aggiorna i dati da cui poter trarre i fattori di caratterizzazione relativi ai gas serra emessi in atmosfera e al conseguente riscaldamento del globo.
Fattori appunto detti GWP di *Global Warming Potentials* che vengono delineati tramite la modellizzazione delle relative emissioni per prevederne e valutarne il loro contributo a situazioni reali come il cambiamento climatico, elaborate su tre diversi archi temporali: 20, 100 o 500 anni.
Tramite questi modelli di previsione vengono quindi delineati degli attendibili fattori di conversione adottati in diversi sistemi di pesatura sia di midpoint che di endpoint approach, come CML, Eco-indicator, Ecoscarsity, EPS, ecc.
Effetti ambientali considerati: effetto serra e conseguente riscaldamento del globo.

TRACI

Sviluppato da U.S. EPA Office of Research and Development (USA) nel 1995.

È un sistema di valutazione di tipo *midpoint approach*, che facilita la caratterizzazione dei principali stressor o categorie di impatto, che possono contribuire ai potenziali effetti ambientali.
Le categorie d'impatto principali raccolte in questo metodo sono 12.
Per dieci di queste i relativi fattori di caratterizzazione sono elaborati secondo l'approccio *problem oriented*, che ne prevede una loro modellizzazione secondo i passaggi di classificazione, caratterizzazione e normalizzazione.

Tramite questi passaggi e l'impiego dei relativi fattori di caratterizzazione messi a disposizione per le diverse categorie d'impatto si arriva ad un valutazione a livello di midpoint.
cioè che determina il contributo del sistema indagato alle diverse categorie di effetti disaggregate,
Mentre per le altre due ulteriori categorie di impatto considerate, cioè il consumo di acqua e l'inquinamento indoor, sono impiegati direttamente i dati di inventario a cui vengono applicati i relativi fattori di conversione.
Effetti ambientali considerati: effetto serra, assottigliamento della fascia di ozono, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimico estivo, ecotossicità tossicità sull'uomo ed esaurimento delle risorse energetiche, consumo di acqua e inquinamento interno.

TABELLA RIASSUNTIVA SISTEMI DI VALUTAZIONE DI LCIA		
METODO DI PESATURA	**SVILUPPATO DA**	**TIPOLOGIA DI METODO**
Cumulative Energy Demand	Boustead & Hancock (UK) nel 1979	Midpoint Approach
CML	CML - Centre of Environmental Science - Leiden University (NH) nel 1992. Aggiornato al 2001	Midpoint Approach
Critical Volume Method	University of Basle (CH) nel 1992	Endpoint Approach - Distance to Target
Eco-indicator '95	Prè Consultants in collaborazione con il VROM - The Ductch Ministry of Housing Spatial Planning and Environment (NL) nel 1995	Endpoint Approach -Distance to Target
Eco-indicator '99	Prè Consultants in collaborazione con il VROM - The Ductch Ministry of Housing Spatial Planning and Environment (NL) nel 1999	Endpoint Approach – Damage Approach
Ecoscarsity method (EcoPoints)	BUWAL - Federal Office for Environment - Department of the Environment, Transport, Energy and Communication (CH) nel 1990. Aggiornato al 2006.	Endpoint Approach -Distance to Target
EDIP	Danish Environmental Protection Agency, Danish Ministry of Environment (DK) nel 1997. Aggiornato al 2003	Midpoint Approach
EPS	CPM - Centre for the environment assessment of Product and Material systems - Chalmers University of Technology & Swedish National Board for Technical and Industrial Develompment (SE) nel 1990. Aggiornato al 2003	Endpoint Approach
IMPACT 2002	Swiss Federal Institute of Technology, Ecole Polithechnique Federale de Lausanne (CH) nel 2002	Midpoint & Endpoint Approach
IPPC	IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (CH) nel 1997	Midpoint/Endpoint Approach
TRACI	U.S. EPA Office of Research and Development (USA) nel 1995	Midpoint Approach

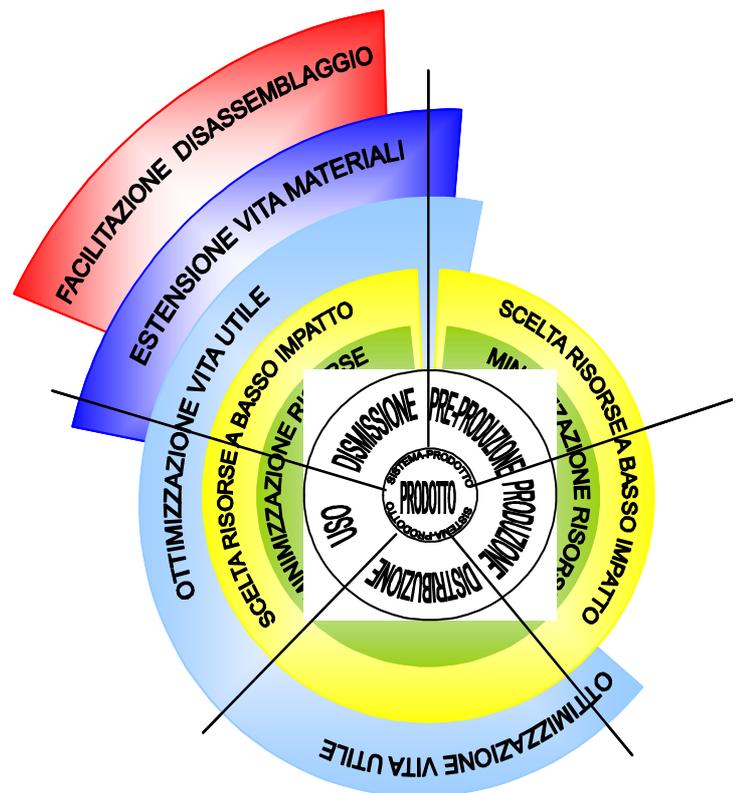
APPENDICE 2
GUIDELINES DI LIFE CYCLE DESIGN

In questa appendice sono riportate le guidelines e le relative indicazioni progettuali che possono essere adottate durante la progettazione, di un edificio o di un prodotto industriale, per soddisfare le principali strategie di Life Cycle Design, LCD, obiettivi condivisi sia in ambito dell'Ecodesign che dell'Architettura Ecocompatibile.

Strategie che hanno una diverso raggio d'azione sulle diverse fasi del ciclo di vita e che sono:

1) la minimizzazione dell'uso delle risorse;
2) la scelta delle risorse (energetiche e materiali) con il minore impatto;
3) l'ottimizzazione della vita utile del prodotto- durata;
4) l'estensione della vita dei materiali;
5) la facilitazione del disassemblaggio.

Le indicazioni[4] riportate puntualmente qui di seguito sono riportate in funzione delle diverse fasi del ciclo di vita che possono caratterizzare un prodotto industriale o un edificio.

Per la loro illustrazione sono state adottate le seguenti tabelle, che mettono a raffronto, fase per fase lungo il ciclo di vita del diverso oggetto in progetto, le guidelines che derivano dalle strategie di LCD e le relative indicazioni e soluzioni progettuali che possono essere adottate.

4. Le guidelines e le indicazioni e soluzione progettuali varie, riportate in questa appendice, sono state desunte dalle seguenti fonti:
BISTAGNINO, L., *Ecodesign Guidelines*, Time & Mind – Quaderni di Design, Torino, 1999
GIORDANO, R., *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vita*, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004
GIORDANO, R., PERETTI, G., *L'ecocompatibilità dei processi di riciclaggio. Applicazioni della metodologia LCA ad alcune tipologie di rifiuti da C&D,* in GANGEMI, Virginia (a cura di), *Riciclare in Architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto*, Clean Edizioni, Napoli, 2004, pag. 122-130
MANZINI, E., VEZZOLI, C., *Lo sviluppo del prodotto sostenibile, I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Maggioli Editore, Rimini, 1998
SIMON, M., *Sustainable product design*, Design for Environment Research Group, Department of Mechanical Engineering, Design and Manufacture, Manchester Metropolitan University, DFE/TR17, Manchester, United Kingdom November 1996

FASE DI PRE-PRODUZIONE			
		SISTEMA-PRODOTTO	**SISTEMA EDIFICIO**
STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN	**MINIMIZZAZIONE USO RISORSE**	**MINIMIZZARE IL CONTENUTO MATERICO DI UN PRODOTTO** – dematerializzare; – miniaturizzare; – evitare il sovradimensionamento; – minimizzare i valori degli spessori dei componenti; – usare nervature per irrigidire la struttura; – evitare parti o componenti non strettamente funzionali; – progettare prodotti a funzioni integrate; – progettare prodotti multifunzionali a componenti.	**SELEZIONARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO GLI ELEMENTI TECNICI DERIVANTI DA PROCESSI DI PRODUZIONE A LIMITATO CARICO ENERGETICO** – privilegiare prodotti di origine naturale e/o provenienti da fonti controllate e gestite. – selezionare elementi caratterizzati da certificazioni ambientali di prodotto o di sistema produttivo, tipo EMAS, EPD, ISO 14001, garanzia che il processo produttivo sia orientato alla massimizzazione dell'efficienza energetica.
		MINIMIZZARE GLI SFRIDI E DEGLI SCARTI – scegliere i processi produttivi che minimizzano i consumi dei materiali; – adottare sistemi di simulazione per l'ottimizzazione dei parametri dei processi di trasformazione.	**SELEZIONARE MATERIALI CHE NON COMPORTINO UN ELEVATO CONSUMO ENERGETICO DI TRASPORTO** – scegliere i materiali in funzione della distanza dalla fonte di approvvigionamento rispetto al cantiere di costruzione del manufatto edilizio – privilegiare l'uso di mezzi di trasporto con un basso consumo di materiali – privilegiare materiali estratti e prodotti localmente piuttosto che regionalmente, regionalmente piuttosto che a scala nazionale, a scala nazionale piuttosto che a scala europea, a scala europea piuttosto che a scala extraeuropea; – privilegiare materiali il cui trasporto è avvenuto su ferrovia piuttosto che su strada; – evitare i trasporti via aerea
		MINIMIZZARE L'ENERGIA NECESSARIA PER LA PRODUZIONE DEL PRODOTTO – scegliere i processi produttivi a minore consumo energetico; – usare attrezzature e apparecchi produttivi efficienti; – usare il calore disperso dai processi per il pre-riscaldamento di alcuni flussi in determinati processi; – usare sistemi di regolazione flessibile della velocità degli elementi di funzionamento delle pompe e di altri motori; – usare sistemi di spegnimento intelligente delle apparecchiature; – dimensionare in maniera ottimale i motori; – facilitare la manutenzione dei motori; – definire accuratamente le tolleranze; – ottimizzare i volumi di acquisto dei lotti; – ottimizzare i sistemi di controllo dell'inventario; – ottimizzare i sistemi e minimizzare i pesi in tutte le forme di trasferimento di materiali e semi-lavorati; – usare sistemi efficienti di riscaldamento, aerazione e illuminazione degli edifici; – sostituire gli impianti obsoleti e/o inquinanti con tecnologie pulite	
	SCELTA RISORSE BASSO IMPATTO	**SCEGLIERE I MATERIALI E DEI PROCESSI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE** – evitare materiali tossici e nocivi; – minimizzare il rischio dei materiali tossici e nocivi; – evitare gli additivi che causano emissioni tossiche e nocive; – usare materiali rinnovabili; – evitare materiali in via di esaurimento; – usare materiali vergini con basso contenuto energetico e bassa intensità di emissioni; – usare materiali provenienti da scarti di processi produttivi; – usare materiali provenienti da prodotti dismessi; – usare materiali riciclati, singolarmente o accoppiati a materiali vergini; – scegliere tecnologie di trasformazione dei materiali a basso impatto ambientale; – evitare finiture tossiche e nocive; – ridurre al minimo il consumo complessivo di acqua e privilegiare l'utilizzo di acqua non potabile per i comuni impieghi industriali.	**PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L'ELEMENTO TECNICO CHE DERIVINO DA PROCESSI DI PRODUZIONE (E TRASPORTO) A LIMITATO CARICO DI CO_2 EQUIVALENTE** – privilegiare materiali di origine naturale e provenienti da fonti controllate e gestite. – scegliere materiali che comportino un ridotto impatto ambientale e siano certificati (es. EPD, Eco-label, ecc.); – privilegiare materiali i cui sistemi di produzione siano certificati (es. ISO 14001, EMAS). – privilegiare materiali il cui impiego sia in grado di svolgere funzioni integrate (guaine in grado di svolgere un'azione sia impermeabilizzante che isolante) al fine di limitare la quantità di componenti
		SCEGLIERE LE RISORSE ENERGETICHE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE – scegliere fonti di energia rinnovabili la cui produzione abbia un basso impatto ambientale; – scegliere fonti energetiche locali; – adottare un approccio di riutilizzo in cascata dell'energia; – scegliere energie ad alto rendimento	
		OTTIMIZZAZIONE VITA UTILE	
		ESTENSIONE VITA MATERIALI	
		FACILITARE SMONTAGGIO	

<table>
<tr><th colspan="4">FASE DI PRODUZIONE O PRODUZIONE IN OPERA</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th>SISTEMA-PRODOTTO</th><th>SISTEMA EDIFICIO</th></tr>
<tr><td rowspan="5">STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN</td><td rowspan="3">MINIMIZZAZIONE USO RISORSE</td>
<td>MINIMIZZARE IL CONTENUTO MATERICO DI UN PRODOTTO
– dematerializzare;
– miniaturizzare;
– evitare il sovradimensionamento;
– minimizzare i valori degli spessori dei componenti;
– usare nervature per irrigidire la struttura;
– evitare parti o componenti non strettamente funzionali;
– progettare prodotti a funzioni integrate;
– progettare prodotti multifunzionali a componenti.</td>
<td>SELEZIONARE MATERIALI CHE NON COMPORTINO UN ELEVATO CONSUMO ENERGETICO DI TRASPORTO
– scegliere i materiali in funzione della distanza dalla fonte di approvvigionamento rispetto al cantiere di costruzione del manufatto edilizio
– privilegiare l'uso di mezzi di trasporto con un basso consumo di materiali
– privilegiare materiali estratti e prodotti localmente piuttosto che regionalmente, regionalmente piuttosto che a scala nazionale, a scala nazionale piuttosto che a scala europea, a scala europea piuttosto che a scala extraeuropea;
– privilegiare materiali il cui trasporto è avvenuto su ferrovia piuttosto che su strada;
– evitare i trasporti via aerea</td></tr>
<tr><td>MINIMIZZARE GLI SFRIDI E DEGLI SCARTI
– scegliere i processi produttivi che minimizzano i consumi dei materiali;
– adottare sistemi di simulazione per l'ottimizzazione dei parametri dei processi di trasformazione.</td>
<td>MINIMIZZARE GLI SFRIDI E DEGLI SCARTI
– prediligere sistemi di costruzione Struttura e Rivestimento S&R, con sistemi di giunzione a secco, studiati per le apposite applicazioni</td></tr>
<tr><td>MINIMIZZARE L'ENERGIA NECESSARIA PER LA PRODUZIONE DEL PRODOTTO
– scegliere i processi produttivi a minore consumo energetico;
– usare attrezzature e apparecchi produttivi efficienti;
– usare il calore disperso dai processi per il pre-riscaldamento di alcuni flussi in determinati processi;
– usare sistemi di regolazione flessibile della velocità degli elementi di funzionamento delle pompe e di altri motori;
– usare sistemi di spegnimento intelligente delle apparecchiature;
– dimensionare in maniera ottimale i motori;
– facilitare la manutenzione dei motori;
– definire accuratamente le tolleranze;
– ottimizzare i volumi di acquisto dei lotti;
– ottimizzare i sistemi di controllo dell'inventario;
– ottimizzare i sistemi e minimizzare i pesi in tutte le forme di trasferimento di materiali e semi-lavorati;
– usare sistemi efficienti di riscaldamento, aerazione e illuminazione degli edifici;
– sostituire gli impianti obsoleti e/o inquinanti con tecnologie pulite</td>
<td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">SCELTA RISORSE BASSO IMPATTO</td>
<td>SCEGLIERE I MATERIALI E DEI PROCESSI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE
– evitare materiali tossici e nocivi;
– minimizzare il rischio dei materiali tossici e nocivi;
– evitare gli additivi che causano emissioni tossiche e nocive;
– usare materiali rinnovabili;
– evitare materiali in via di esaurimento;
– usare materiali vergini con basso contenuto energetico e bassa intensità di emissioni;
– usare materiali provenienti da scarti di processi produttivi;
– usare materiali provenienti da prodotti dismessi;
– usare materiali riciclati, singolarmente o accoppiati a materiali vergini;
– scegliere tecnologie di trasformazione dei materiali a basso impatto ambientale;
– evitare finiture tossiche e nocive;
– ridurre al minimo il consumo complessivo di acqua e privilegiare l'utilizzo di acqua non potabile per i comuni impieghi industriali.</td>
<td>PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L'ELEMENTO TECNICO CARATTERIZZATI DA RIDOTTE CONCENTRAZIONI DI SOSTANZE TOSSICHE
– scegliere per le soluzioni individuate materiali di finitura certificati a bassa emissione al fine di ridurre al minimo il rischio di inquinamento indoor imputabile a sostanze tossiche</td></tr>
<tr><td>SCEGLIERE LE RISORSE ENERGETICHE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE
– scegliere fonti di energia rinnovabili la cui produzione abbia un basso impatto ambientale;
– scegliere fonti energetiche locali;
– adottare un approccio di riutilizzo in cascata dell'energia;
– scegliere energie ad alto rendimento</td>
<td>IMPIEGARE MATERIE PRIME SECONDE (MPS) PROVENIENTI DA PROCESSI DI RICICLAGGIO
– utilizzare materiali provenienti da processi di recupero, trattamento e riciclaggio per le tipologie di opere per le quali è già consentito (sottofondi, rilevati stradali ed alcune tipologie di calcestruzzi) dalla norma UNI 10006 (2002)
– prelevare aggregati riciclati da località prossime ai cantieri di costruzione delle infrastrutture previste in progetto;
– prelevare aggregati riciclati costituiti da processi di frantumazione, deferrizzazione, separazione delle frazioni leggere e delle impurità presenti nel rifiuto trattato</td></tr>
</table>

FASE DI PRODUZIONE O PRODUZIONE IN OPERA			
		SISTEMA-PRODOTTO	**SISTEMA EDIFICIO**
STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN	**OTTIMIZZAZIONE VITA UTILE**		**ORGANIZZARE SUL TERRITORIO SERVIZI PER IL RECUPERO SPECIALIZZATO E LA VENDITA DI MATERIALI RECUPERATI** – agevolare lo scambio di materiali di recupero tramite l'organizzazione di mercati virtuali che collegano la domanda e l'offerta; – prediligere sistemi di trattamento nelle vicinanze del sito costruttivo
	ESTENSIONE VITA MATERIALI		**INTEGRARE I PROCESSI CON OPERAZIONI MIRATE ALLA MASSIMA RECUPERABILITÀ DEI MATERIALI RESIDUI** – prevedere all'interno del cantiere zone in cui poter stoccare i materiali residui in gruppi omogenei; – partecipare ai sistemi di gestione dei rifiuti da C&D, volti a creare un mercato virtuale di questi materiali, se esistenti per la propria realtà territoriale
	FACILITARE SMONTAGGIO		**IMPIEGARE SISTEMI COSTRUTTIVI IN GRADO DI FACILITARE LA SEPARABILITÀ DEI COMPONENTI CHE COSTITUISCONO GLI ELEMENTI TECNICI** – adottare soluzione tecnologiche in grado di garantire lo smontaggio differenziato degli elementi tecnici e una facile accessibilità alle connessioni – nelle strutture di elevazione verticali, orizzontali ed inclinate adottare sistemi costruttivi prefabbricati e/o direttamente posabili in opera; – nelle chiusure perimetrali verticali progettare sistemi indipendenti rispetto alle strutture, privilegiando sistemi assemblati a secco costituiti da strati di materiali indipendenti in grado di svolgere funzioni di isolamento termico ed acustico e adottando tecnologie caratterizzate da rivestimenti a cappotto o facciate ventilate; – nelle coperture privilegiare i sistemi ventilati, realizzati secondo stratigrafie a secco o parzialmente a secco caratterizzate da materiali isolanti, a taglio acustico ed impermeabilizzanti; – nelle partizioni interne verticali privilegiare sistemi costituiti da pannelli da posare direttamente in opera (es. pannelli in gesso rivestito su supporto di acciaio);

<table>
<tr><th colspan="4">FASE DI PRODUZIONE FUORI OPERA</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th>SISTEMA-PRODOTTO</th><th>SISTEMA EDIFICIO</th></tr>
<tr><td rowspan="9">STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN</td><td rowspan="3">MINIMIZZAZIONE USO RISORSE</td><td rowspan="9">NON ESISTE UNA CORRISPONDENTE FASE NEL SISTEMA-PRODOTTO</td><td>SELEZIONARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO GLI ELEMENTI TECNICI DERIVANTI DA PROCESSI DI PRODUZIONE A LIMITATO CARICO ENERGETICO
– privilegiare prodotti di origine naturale e/o provenienti da fonti controllate e gestite.
– selezionare elementi caratterizzati da certificazioni ambientali di prodotto o di sistema produttivo, tipo EMAS, EPD, ISO 14001, garanzia che il processo produttivo sia orientato alla massimizzazione dell'efficienza energetica.</td></tr>
<tr><td>SELEZIONARE MATERIALI CHE NON COMPORTINO UN ELEVATO CONSUMO ENERGETICO DI TRASPORTO DOVUTO ALL'IMPIEGO DI COMBUSTIBILI FOSSILI
– scegliere i materiali in funzione della distanza dalla fonte di approvvigionamento rispetto al cantiere di costruzione del manufatto edilizio
– privilegiare l'uso di mezzi di trasporto con un basso consumo di materiali
– privilegiare materiali estratti e prodotti localmente piuttosto che regionalmente, regionalmente piuttosto che a scala nazionale, a scala nazionale piuttosto che a scala europea, a scala europea piuttosto che a scala extraeuropea;
– privilegiare materiali il cui trasporto è avvenuto su ferrovia piuttosto che su strada;
– evitare i trasporti via aerea</td></tr>
<tr><td>RAZIONALIZZARE COMPLESSIVAMENTE I CICLI DI PRODUZIONE, IMMAGAZZINAMENTO, TRASPORTO E MANIPOLAZIONE
– adottare strutture organizzative coerenti con il just in time, il time to market, privilegiare sistemi di simbiosi industriale tra le diverse produzione,
– razionalizzare i sistemi logistici,
– dotare i sistemi produttivi di sistemi di certificazione di gestione ambientale</td></tr>
<tr><td></td><td>MINIMIZZARE GLI SFRIDI E DEGLI SCARTI
– prediligere sistemi di costruzione Struttura e Rivestimento S&R, con sistemi di giunzione a secco, studiati per le apposite applicazioni</td></tr>
<tr><td rowspan="3">SCELTA RISORSE BASSO IMPATTO</td><td>PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L'ELEMENTO TECNICO CHE DERIVINO DA PROCESSI DI PRODUZIONE (E TRASPORTO) A LIMITATO CARICO DI CO_2 ,SO_2 EQUIVALENTE
– privilegiare materiali di origine naturale e provenienti da fonti controllate e gestite.
– scegliere materiali che comportino un ridotto impatto ambientale e siano certificati (es. EPD, Eco-label, ecc.);
– privilegiare materiali i cui sistemi di produzione siano certificati (es. ISO 14001, EMAS).
– privilegiare materiali il cui impiego sia in grado di svolgere funzioni integrate (guaine in grado di svolgere un'azione sia impermeabilizzante che isolante) al fine di limitare la quantità di componenti;
– privilegiare materiali derivanti da processi di produzione alimentati da fonti combustibili che non rilascino eccessive quantità di anidride solforosa</td></tr>
<tr><td>PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L'ELEMENTO TECNICO CARATTERIZZATI DA RIDOTTE CONCENTRAZIONI DI SOSTANZE TOSSICHE
– scegliere per le soluzioni individuate materiali di finitura certificati a bassa emissione al fine di ridurre al minimo il rischio di inquinamento indoor imputabile a sostanze tossiche</td></tr>
<tr><td>IMPIEGARE MATERIE PRIME SECONDE (MPS) IN FASE DI PRODUZIONE PROVENIENTI DA PROCESSI DI RICICLAGGIO
– utilizzare materiali provenienti da processi di recupero, trattamento e riciclaggio per le tipologie di opere per le quali è già consentito (sottofondi, rilevati stradali ed alcune tipologie di calcestruzzi) dalla norma UNI 10006 (2002)
– prelevare aggregati riciclati da località prossime ai cantieri di costruzione delle infrastrutture previste in progetto;
– prelevare aggregati riciclati costituiti da processi di frantumazione, deferrizzazione, separazione delle frazioni leggere e delle impurità presenti nel rifiuto trattato</td></tr>
<tr><td rowspan="2">OTTIMIZZAZIONE VITA UTILE</td><td>PROGETTARE NUOVE TECNICHE DI IMBALLAGGIO
– progettare la riciclabilità e/o il riuso degli imballaggi
– minimizzare l'impiego di imballaggi;
– rendere l'imballaggio parte più o meno integrata del prodotto;
– prediligere materiali di riciclo</td></tr>
<tr><td>ORGANIZZARE SUL TERRITORIO SERVIZI PER IL RECUPERO SPECIALIZZATO E LA VENDITA DI MATERIALI RECUPERATI
– agevolare lo scambio di materiali di recupero tramite l'organizzazione di mercati virtuali che collegano la domanda e l'offerta;
– prediligere sistemi di trattamento nelle vicinanze del sito costruttivo</td></tr>
</table>

FASE DI PRODUZIONE FUORI OPERA			
		SISTEMA-PRODOTTO	SISTEMA EDIFICIO
STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN	ESTENSIONE VITA MATERIALI	NON ESISTE UNA CORRISPONDENTE FASE NEL SISTEMA-PRODOTTO	**ELIMINARE I MATERIALI POLIACCOPPIATI E NON RIUTILIZZABILI COME MATERIA PRIMA SECONDA O LA CUI SEPARAZIONE NON SIA FATTIBILE O CONVENIENTE** – privilegiare la compatibilità tra materiali; – adottare sistemi di assemblaggio con sistemi di giunzione reversibili a secco
			INTEGRARE I PROCESSI CON OPERAZIONI MIRATE AL MASSIMA RECUPERABILITÀ DEI MATERIALI RESIDUI – prevedere all'interno del cantiere zone in cui poter stoccare i materiali residui in gruppi omogenei; – partecipare ai sistemi di gestione dei rifiuti da C&D, volti a creare un mercato virtuale di questi materiali, se esistenti per la propria realtà territoriale
	FACILITARE SMONTAGGIO		**IMPIEGARE SISTEMI COSTRUTTIVI IN GRADO DI FACILITARE LA SEPARABILITÀ DEI COMPONENTI CHE COSTITUISCONO GLI ELEMENTI TECNICI** – adottare soluzione tecnologiche in grado di garantire lo smontaggio differenziato degli elementi tecnici e una facile accessibilità alle connessioni – nelle strutture di elevazione verticali, orizzontali ed inclinate adottare sistemi costruttivi prefabbricati e/o direttamente posabili in opera; – nelle chiusure perimetrali verticali progettare sistemi indipendenti rispetto alle strutture, privilegiando sistemi assemblati a secco costituiti da strati di materiali indipendenti in grado di svolgere funzioni di isolamento termico ed acustico e adottando tecnologie caratterizzate da rivestimenti a cappotto o facciate ventilate; – nelle coperture privilegiare i sistemi ventilati, realizzati secondo stratigrafie a secco o parzialmente a secco caratterizzate da materiali isolanti, a taglio acustico ed impermeabilizzanti; – nelle partizioni interne verticali privilegiare sistemi costituiti da pannelli da posare direttamente in opera (es. pannelli in gesso rivestito su supporto di acciaio);

FASE DI DISTRIBUZIONE			
		SISTEMA-PRODOTTO	SISTEMA EDIFICIO
STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN	MINIMIZZAZIONE USO RISORSE	**MINIMIZZARE GLI IMBALLAGGI** - rendere l'imballaggio parte più o meno integrata del prodotto; - minimizzare i materiali; - evitare gli imballaggi; - minimizzare l'uso di materiali vergini; - prediligere materiali di riciclo; - evitare l'uso di materiali tossici e nocivi; - progettare imballaggi riutilizzabili.	NEL SISTEMA-EDIFICIO QUESTA FASE è CONSIDERATA NELLE ALTRE FASI
		MINIMIZZARE I CONSUMI PER IL TRASPORTO - progettare prodotti compatti ad alta densità di trasporto e stoccaggio; - progettare prodotti concentrati; - progettare prodotti montabili nel luogo d'uso; - prediligere i trasporti su rotaia a quelli su strada; - evitare i trasporti aerei; - potenziare i lavori con i fornitori ed i mercati locali.	
	SCELTA RISORSE	**SCEGLIERE LE RISORSE ENERGETICHE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE** **- scegliere fonti di energia la cui distribuzione abbia un basso impatto ambientale.**	
	OTTIMIZZA-ZIONE VITA UTILE	**OTTIMIZZARE LA VITA UTILE DELL'IMBALLAGGIO** – progettare la riciclabilità e/o il riuso degli imballaggi	
	ESTENSIONE VITA MATERIALI		
	FACILITARE SMONTAGGIO		

<table>
<tr><th colspan="4">FASE DI USO O DI ESERCIZIO</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th>SISTEMA-PRODOTTO</th><th>SISTEMA EDIFICIO</th></tr>
<tr><td rowspan="6">STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN</td><td rowspan="2">MINIMIZZAZIONE USO RISORSE</td><td>MINIMIZZARE IL CONSUMO DI RISORSE DURANTE L’USO
– progettare prodotti d’uso collettivo;
– progettare prodotti d’uso condiviso;
– progettare per l’efficienza del consumo energetico;
– progettare per l’efficienza del consumo dei materiali;
– adottare sistemi di trasformazione dell’energia ad alto rendimento;
– usare motori ad alta efficienza;
– incorporare nei prodotti meccanismi per l’autospegnimento;
– adottare uno stato di default che sia quello a minore consumo;
– adottare sistemi intelligenti per l’ottimizzazione delle condizioni di funzionamento;
– progettare sistemi di trasmissione dell’energia ad alto rendimento;
– progettare sistemi adeguatamente coibentati;
– progettare sistemi di recupero dell’energia e dei materiali;
– facilitare e favorire l’utente nel risparmio dell’energia e dei materiali;
– ridurre al minimo il consumo complessivo di acqua e privilegiare, per l’acqua di scarico nei bagni, l’utilizzo di quella non potabile proveniente dai sistemi di raffreddamento;
– abbattere i rumori aumentando il meno possibile il quantitativo di materiale isolante nei prodotti.</td><td>PRIVILEGIARE ELEMENTI TECNICI CARATTERIZZATI DA RIDOTTA TRASMITTANZA TERMICA
– definizione di una strategia complessiva di isolamento termico (isolamento concentrato o ripartito, struttura leggera o pesante, facciata ventilata tradizionale, facciata ventilata “attiva”, ecc.);
– scelta del materiale isolante e del relativo spessore, tenendo conto delle caratteristiche di conduttività termica, permeabilità al vapore, comportamento meccanico (resistenza e deformazione sotto carico), compatibilità ambientale (in termini di emissioni di prodotti volatili e fibre, possibilità di smaltimento, ecc.);
– posizionamento degli strati isolanti e della eventuale barriera al vapore ai fini della verifica di condensa interstiziale;
– comportamento del componente in regime termico variabile nel tempo (“inerzia termica”), in relazione al profilo di utilizzazione dell’edificio (continuo o discontinuo), alla tipologia di impianto termico (a radiatori, a pannelli radianti, ecc.), alle logiche di regolazione (riscaldamento continuo, riscaldamento discontinuo con spegnimento notturno, ecc.)</td></tr>
<tr><td></td><td>PRIVILEGIARE ELEMENTI TECNICI IN GRADO DI GARANTIRE UN’ADEGUATA INERZIA TERMICA
– La collocazione dello strato isolante sulla superficie interna di una parete non procura alcuna evidente attenuazione della variazione di temperatura esterna, mentre livelli elevati di inerzia termica, sono ottenibili utilizzando pareti spesse non isolate o aggiungendo uno strato isolante sulla superficie esterna di una parete più sottile</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SCELTA RISORSE BASSO IMPATTO</td><td>SCEGLIERE I MATERIALI, I PROCESSI E LE RISORSE ENERGETICHE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE
– progettare i prodotti in maniera da usare materiali di consumo a minore impatto ambientale;
– progettare i prodotti in modo da minimizzare la dispersione dei residui tossici e nocivi durante la fase d’uso;
– utilizzare filtri permanenti in sostituzione di quelli fatti di carta;
– fornire delle chiare istruzioni relative alle attrezzature al fine di prevenirne un loro cattivo uso;
– usare le indicazioni di dosaggio per ridurre il consumo di detersivi o altro;
– progettare prodotti che stimolino un comportamento sostenibile, per esempio usando tappi riutilizzabili, ecc.;
– scegliere fonti di energia il cui uso abbia un basso impatto ambientale.</td><td>PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L’ELEMENTO TECNICO CHE DERIVINO DA PROCESSI DI PRODUZIONE (E TRASPORTO) A LIMITATO CARICO DI CO2 ,SO2 EQUIVALENTE
– privilegiare materiali di origine naturale e provenienti da fonti controllate e gestite.
– scegliere materiali che comportino un ridotto impatto ambientale e siano certificati (es. EPD, Eco-label, ecc.);
– privilegiare materiali i cui sistemi di produzione siano certificati (es. ISO 14001, EMAS).
– privilegiare materiali il cui impiego sia in grado di svolgere funzioni integrate (guaine in grado di svolgere un’azione sia impermeabilizzante che isolante) al fine di limitare la quantità di componenti;
– privilegiare materiali derivanti da processi di produzione alimentati da fonti combustibili che non rilascino eccessive quantità di anidride solforosa</td></tr>
<tr><td></td><td>PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L’ELEMENTO TECNICO CARATTERIZZATI DA RIDOTTE CONCENTRAZIONI DI SOSTANZE TOSSICHE
– scegliere per le soluzioni individuate materiali di finitura certificati a bassa emissione al fine di ridurre al minimo il rischio di inquinamento indoor imputabile a sostanze tossiche</td></tr>
<tr><td>OTTIMIZZAZIONE VITA UTILE</td><td>PROGETTARE DURATE APPROPRIATE
– progettare i prodotti in maniera da usare materiali di consumo a minore impatto ambientale;
– progettare i prodotti in modo da minimizzare la dispersione dei residui tossici e nocivi durante la fase d’uso;
– utilizzare filtri permanenti in sostituzione di quelli fatti di carta;
– fornire delle chiare istruzioni relative alle attrezzature al fine di prevenirne un loro cattivo uso;
– usare le indicazioni di dosaggio per ridurre il consumo di detersivi o altro;
– progettare prodotti che stimolino un comportamento sostenibile, per esempio usando tappi riutilizzabili, ecc.
– scegliere fonti di energia il cui uso abbia un basso impatto ambientale.</td><td>IMPIEGARE MATERIALI DUREVOLI, PIÙ RESISTENTI ALL’USURA E ALL’INVECCHIAMENTO
– verificare le eventuali incompatibilità tra materiali ad essere sottoposti a trattamenti di pulizia e manutenzione;
– garantire l’accessibilità ai componenti, specie quelli che possono essere maggiormente esposti a fenomeni di degrado;
– adottare materiali compatibili con il contesto microclimatico nel quale sono inseriti;
– impiegare sistemi di protezione per i componenti o i prodotti maggiormente esposti a fenomeni atmosferici di varia natura (ad esempio schermi protettivi dall’irraggiamento solare o dalla pioggia);
– adottare barriere al vapore nel caso di isolamento concentrato;
– garantire la separabilità delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici per massimizzare l’efficienza delle operazioni di sostituzione e riparazione;
– progettare in funzione di un’adeguata ergonomia degli spazi operativi, garantendo spazi minimi dimensionali per le operazioni di manutenzione;
– adottare accorgimenti progettuali in grado di garantire l’identificazione di fenomeni di degrado sugli elementi tecnici in modo da poter procedere in modo immediato;
– adottare sistemi costruttivi modulari e standardizzati in grado di massimizzare l’intercambiabilità tra le parti.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">FASE DI USO O DI ESERCIZIO</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th>SISTEMA-PRODOTTO</th><th>SISTEMA EDIFICIO</th></tr>
<tr><td rowspan="7">STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN</td><td rowspan="5">OTTIMIZZAZIONE VITA UTILE</td><td>PROGETTARE L’AFFIDABILITÀ
– minimizzare il numero delle parti;
– semplificare i prodotti
– evitare collegamenti deboli</td><td>FACILITARE LA MANUTENZIONE E/O SOSTITUZIONE DEI COMPONENTI
– adottare una progettazione modulare
– privilegiare vincoli reversibili per facilitare la manutenzione e la riparazione</td></tr>
<tr><td>FACILITARE L’AGGIORNABILITÀ E L’ADATTABILITÀ
– facilitare la rimozione e la sostituzione per l’aggiornamento del software, eventualmente sul posto;
– facilitare la rimozione e la sostituzione per l’aggiornamento dell’hardtware, eventualmente sul posto;
– progettare per l’adattamento e la riconfigurazione rispetto a diversi ambienti;
– progettare per l’adattamento e la flessibilità rispetto alle varie fasi dell’evoluzione fisica e culturale degli individui</td><td></td></tr>
<tr><td>FACILITARE LA MANUTENZIONE
– facilitare la pulizia durante l’uso, evitando fessure e buchi stretti;
– facilitare l’accessibilità alle parti, ai componenti e ai sistemi da pulire, ripristinare o sostituire;
– predisporre all’uso di attrezzature reperibili con facilità;
– predisporre sistemi di monitoraggio dello stato di salute delle parti e dei componenti;
– progettare per fornire con il prodotto attrezzature e guide per la manutenzione;
– segnalare la collocazione delle giunzioni più deboli tra le parti</td><td></td></tr>
<tr><td>FACILITARE LA RIPARAZIONE
– facilitare la rimozione e la sostituzione di quelle parti che, più di altre, sono soggette al danneggiamento;
– progettare parti intercambiabili;
– progettare parti standardizzate;
– predisporre sistemi automatici di identificazione delle cause di rottura;
– progettare per fornire con il prodotto attrezzature e guide per la riparazione;
– marcare le parti con dei codici a colori;
– segnalare la collocazione delle giunzioni più deboli tra le parti.</td><td></td></tr>
<tr><td>FACILITARE IL RIUSO
– progettare prodotti che non diventino prematuramente obsoleti;
– incrementare la resistenza delle parti più soggette all’usura o al danneggiamento;
– progettare parti e componenti intercambiabili e modulari;
– facilitare l’accessibilità alle parti, ai componenti o ai sistemi che possono essere riusati;
– progettare parti e componenti standardizzati;
– progettare per un secondo uso;
– progettare il riuso di parti ausiliarie</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>ESTENSIONE VITA MATERIALI</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>FACILITARE SMONTAGGIO</td><td></td></tr>
</table>

FASE DI FINE VITA			
		SISTEMA-PRODOTTO	**SISTEMA EDIFICIO**
STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN	**MINIMIZZAZIONE USO RISORSE**		
	SCELTA RISORSE BASSO IMPATTO	**SCEGLIERE I MATERIALI, I PROCESSI E LE RISORSE ENERGETICHE A BASSO IMPATTO AMBIENTALE** – progettare i prodotti al fine di minimizzare la dispersione dei residui tossici e nocivi durante la fase di fine vita; – utilizzare materiali biodegradabili; – **scegliere fonti di energia la cui dismissione abbia un basso impatto ambientale.**	**PRIVILEGIARE MATERIALI CHE COSTITUISCONO L'ELEMENTO TECNICO CARATTERIZZATI DA RIDOTTE CONCENTRAZIONI DI SOSTANZE TOSSICHE** – scegliere per le soluzioni individuate materiali di finitura certificati a bassa emissione al fine di ridurre al minimo il rischio di inquinamento indoor imputabile a sostanze tossiche
	OTTIMIZZAZIONE VITA UTILE	**FACILITARE LA RIFABBRICAZIONE** – separare le parti strutturali da quelle visibili; – facilitare la rimozione e la sostituzione delle parti e dei componenti; – favorire l'intercambiabilità delle parti e dei componenti; – prevedere tolleranze adeguate per i punti più soggetti ad usura; – progettare una sovrabbondanza di materiali per la rifinitura di alcune superfici deteriorabili; – utilizzare giunti standardizzati; – progettare punti di rottura predeterminata; – posizionare i giunti al fine di minimizzare i movimenti necessari durante il disassemblaggio del prodotto; – fornire delle indicazioni operative per un disassemblaggio non distruttivo.	**ORGANIZZARE SUL TERRITORIO SERVIZI PER IL RECUPERO SPECIALIZZATO E LA VENDITA DI MATERIALI RECUPERATI** – agevolare lo scambio di materiali di recupero tramite l'organizzazione di mercati virtuali che collegano la domanda e l'offerta; – prediligere sistemi di trattamento nelle vicinanze del sito costruttivo
	ESTENSIONE VITA MATERIALI	**ADOTTARE UN APPROCCIO DI RIUTILIZZO IN CASCATA DEI MATERIALI**	**PREVEDERE LA SMONTABILITÀ DEI MANUFATTI E DEI COMPONENTI IN FRAZIONI DI MATERIALI OMOGENEI** – privilegiare la compatibilità tra materiali; – adottare sistemi di assemblaggio con sistemi di giunzione reversibili a secco – adottare soluzione tecnologiche in grado di garantire lo smontaggio differenziato degli elementi tecnici e una facile accessibilità alle connessioni
		SCEGLIERE MATERIALI FACILMENTE RICICLABILI – adottare quei materiali che recuperano più facilmente le caratteristiche prestazionali di origine; – scegliere materiali riciclabili esistenti sul mercato; – evitare i compositi; – adottare nervature ed altri accorgimenti geometrici per accrescere la rigidità dei polimeri termoplastici rispetto ai termoindurenti; – evitare di inserire filettature/placche metalliche nella plastica; – evitare gli additivi ignifughi utilizzando termoplastiche resistenti alle temperature d'uso; – evitare o minimizzare le verniciature; – progettare in relazione al tipo di uso previsto per quel tipo di materiale; – concentrare i materiali nocivi o dannosi per l'ambiente al fine di agevolare una loro facile rimozione.	**INDIVIDUARE PER L'ELEMENTO TECNICO LA PROCEDURA DI DEMOLIZIONE PIÙ IDONEA, IN RELAZIONE ALLA POSSIBILITÀ DI RECUPERO** – scegliere le procedure più appropriate e il grado di separazione da raggiungere in funzione. – all'ubicazione del cantiere rispetto alle attività di trattamento e recupero dei materiali che vengono effettuate nel contesto territoriale – alla disponibilità di spazi nel cantiere di demolizione per la raccolta dei rifiuti e dei materiali ricuperati, – alle tecniche costruttive con cui è stato realizzato il manufatto edilizio, – alle potenzialità dei materiali che costituiscono l'edificio di essere avviati a processi di recupero e/o riciclaggio – alle condizioni relative alla vicinanza con altri fabbricati o al sistema della viabilità.
		FACILITARE LA RACCOLTA E IL TRASPORTO DOPO L'USO – progettare in relazione al sistema previsto per il recupero dei prodotti dismessi; – minimizzare il peso; – minimizzare l'ingombro e rendere facilmente impilabili i prodotti dismessi; – progettare la comprimibilità dei prodotti dismessi; – fornire all'utente informazioni sul tipo di dismissione del prodotto	
		IDENTIFICARE I MATERIALI – codificare i vari materiali per definirne il tipo; – fornire informazioni supplementari sull'età del materiale, sul numero di ricicli già avvenuti e sugli additivi utilizzati; – indicare la presenza di contaminanti e di materiali tossici e nocivi; – utilizzare sistemi di identificazione standard; – localizzare le codifiche in luoghi ben visibili; – evitare operazioni di codifica successive alla produzione dei componenti.	

FASE DI FINE VITA

		SISTEMA-PRODOTTO	SISTEMA EDIFICIO
STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN	ESTENSIONE VITA MATERIALI	**MINIMIZZARE IL NUMERO DI MATERIALI INCOMPATIBILI** – integrare le funzioni minimizzando il numero dei componenti; – usare un solo materiale all'interno di un prodotto o sottoinsieme: strategia monomateriale; – utilizzare materiali omogenei con processi di trasformazione diversi in strutture accoppiabili; – utilizzare materiali compatibili all'interno dello stesso prodotto o sottoinsieme; – utilizzare tavole sulla compatibilità dei metalli, delle plastiche, del vetro e delle ceramiche; – utilizzare sistemi ed elementi di giunzione uguali o compatibili ai materiali dei componenti da unire; – evitare di inserire filettature/placche metalliche nella plastica	
		FACILITARE LA PULITURA – evitare trattamenti superficiali non necessari; – evitare contaminazioni difficilmente removibili; – facilitare la rimozione dei contaminanti; – utilizzare trattamenti superficiali compatibili con il materiale sottostante; – evitare gli adesivi o, nel caso sia necessari, scegliere quelli compatibili con il materiale da riciclare; – optare per la colorazione dei polimeri piuttosto che per la loro verniciatura; – evitare processi di stampa contaminanti; – evitare di aggiungere materiali per segnare e per codificare; – segnare e codificare i componenti direttamente da stampo; – codificare i polimeri mediante il laser.	
		FACILITARE LA COMBUSTIONE E DELL'INCENERIMENTO – evitare materiali che rendano inefficiente la combustione; – evitare materiali che producano sostanze pericolose durante il l'incenerimento; – evitare additivi che producano sostanze pericolose durante la combustione; – - facilitare la separazione dei materiali che rendono inefficiente l'incenerimento.	
		FACILITARE IL COMPOSTAGGIO – evitare i materiali che rendono inefficiente il compostaggio; – utilizzare raccoglitori in materiali biodegradabile; – - facilitare la separazione dei materiali non biodegradabili.	
	FACILITARE SMONTAGGIO	**AGEVOLARE LA SEPARAZIONE IN RELAZIONE ALL'ARCHITETTURA DEL PRODOTTO** – rendere prioritariamente disassemblabili le parti o i materiali tossici e nocivi; – rendere prioritariamente disassemblabili le parti o i materiali con il maggiore valore; – adottare strutture modulari; – suddividere il prodotto in sottoinsiemi che possano essere facilmente separati e manipolati come singole parti; – minimizzare le dimensioni del prodotto e dei componenti; – ridurre le direzioni di estrazione dei componenti e dei sottoinsiemi; – ricercare la massima uniformità e linearità delle direzioni di smontaggio; – adottare strutture montaggio e smontaggio "a *sandwich*" in direzione verticale, con elementi di fissaggio centrali.	**PRIVILEGIARE LE TECNICHE DI DEMOLIZIONE SELETTIVA** – delineare un piano esecutivo per la demolizione selettiva che preveda le fasi di smontaggio, raccolta, trattamento e riutilizzo; – gestire e controllare tutte le fasi di smontaggio; – allestire appropriati spazi per lo stoccaggio provvisorie delle quote di materiali omogenei – ridurre in frantumi i materiali residui non impiegabili allo scopo di ridurre il loro volume in discarica
		AGEVOLARE LA SEPARAZIONE IN RELAZIONE ALLA FORMA DEI COMPONENTI – evitare parti o componenti difficili da movimentare; – evitare parti asimmetriche non significative; – progettare superfici d'appoggio e *feature* per l'afferraggio di tipo standardizzato; – progettare superfici d'afferraggio vicine al centro di gravità; – progettare per un facile centraggio sulla base del componente	
		AGEVOLARE LA SEPARAZIONE IN RELAZIONE ALLA FORMA E ACCESSIBILITÀ DELLE GIUNZIONI – evitare sistemi di fissaggio che richiedano, per l'apertura, l'intervento contemporaneo in più punti di giunzione; – minimizzare il numero dei *fastener*; – minimizzare i tipi di *fastener* che richiedano utensili diversi per essere rimossi; – evitare *fastener* difficili da movimentare; – progettare vie accessibili e riconoscibili per le operazioni di smontaggio; – - progettare per una buona accessibilità e ispezionabilità dei punti di separazione.	

<table>
<tr><th colspan="4">FASE DI FINE VITA</th></tr>
<tr><th colspan="2"></th><th>SISTEMA-PRODOTTO</th><th>SISTEMA EDIFICIO</th></tr>
<tr><td rowspan="4">STRATEGIE DI LIFE CYCLE DESIGN</td><td rowspan="4">FACILITARE SMONTAGGIO</td><td>UTILIZZARE SISTEMI A GIUNZIONE REVERSIBILE
– utilizzare snap-fit a due vie;
– utilizzare snap-fit apribili con un utensile facilmente reperibile;
– utilizzare snap-fit apribili solo con attrezzature speciali, qualora fosse rischiosa un'inavvertita apertura delle parti;
– usare viti con teste esterne esagonali;
– oltrepassare la parte con la vite e serrarla con un dado o una clip riposizionabile;
– usare viti compatibili ai materiali avvitati per evitare la loro estrazione nel caso si volesse riciclare il materiale;
– usare viti autofilettanti in componenti polimerici, evitando l'aggiunta di inserti metallici.</td><td></td></tr>
<tr><td>UTILIZZARE SISTEMI A GIUNZIONE PERMANENTE FACILMENTE APRIBILI
– evitare i rivetti su materiali incompatibili;
– evitare i sistemi a pressione sui materiali incompatibili;
– evitare materiale aggiuntivo per la saldatura;
– saldare con materiale d'apporto compatibile con le parti;
– prediligere, per i termoplastici, la saldatura ad ultrasuoni e a vibrazioni;
– evitare l'incollaggio con adesivi;
– - usare adesivi facilmente eliminabili.</td><td></td></tr>
<tr><td>PREVEDERE SPECIFICHE TECNOLOGIE E FORME DEI COMPONENTI PER IL DISASSEMBLAGGIO DISTRUTTIVO
– prevedere aree di rottura predeterminate per l'eliminazione degli inserti incompatibili tramite pressione o leva;
– prevedere aree di rottura che consentano la rimozione delle borchie e dei punzoni;
– prevedere zone sottili che permettano di spingere fuori il pezzo metallico rompendo la superficie;
– predeterminare percorsi di taglio o di frattura che passino per le giunzioni di materiali incompatibili;
– usare elementi di giunzione che possano essere distrutti fisicamente o chimicamente;
– rendere i punti di rottura facilmente accessibili ed identificabili;
– - descrivere le modalità di rottura indicandole sul prodotto.</td><td></td></tr>
<tr><td>UTILIZZARE MATERIALI ED INSERTI CHE POSSANO ESSERE FACILMENTE SEPARATI UNA VOLTA FRANTUMATI</td><td></td></tr>
</table>

APPENDICE 3
SCHEDE DEGLI ECOSOFTWARE

In questa sezione sono riportate tutte le schede di analisi redatte per i diversi software analizzati durante la ricerca di dottorato trattata nel testo Dall'Ecodesign all'Architettura.

Nello specifico i software analizzati e riportati di seguito sono:

Athena Model
BEAT 2002 - *Building Environmental Assessment Tool*
BEES - *Building for Environmental and Economics Sustainability*
Boustead Model
CES - *Cambridge Engineering Selector*
DFA - *Design For Assembly software*
DFE - *Design for Environment software*
DFM - *Design for Manufacturing software*
EcoInvent
Eco-iT - *Eco-indicator Tool*
EcoScan Dare - *Disassembly And REcycling*
EcoScan Life
EDGE - *Environmental Design Guide for Engineers*
EVA - *Ecocompatibility eValuation Approach*
eVerdEE – *Verifica dell'EcoEfficienza*
GaBi –
GBA - *Green Building Advisor*
IdeMat
LCAit
LISA - *LCA in Sustainable Architetture*
SimaPrò - *System for Integreted EnvironMental Assessemnt of PROducts*
TCAce - *Total Cost Assessment*
TEAM - *Tool for Environmental Analysis and Management*
Twin Model (GreenCalc+)
Umberto
VAMP - *VAlorizzazione Materiali e Prodotti da demolizione*
Wisard - *Waste-Integrated System for Assessment of Recovery and Disposal*

INFORMAZIONI GENERALI	**Athena Model**
1 SVILUPPATO DA	**Athena Sustainable Materials Institute**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**Athena Sustainable Materials Institute** 28 St.John St, BOX 189 Merrickeville, ON K0G 1N0 - Canada Phone: +1 613 269 3795 Fax: +1 613 269 3796 E-mail: info@athemasmi.ca Website: www.athenasmi.ca
3 VERSIONE IN COMMERCIO	**Versione 3.0** **Costo,** $ 390.00 (USA), $ 600.00 (Canada). Esistono versioni scontate per le Università **Versione demo,** scaricabile direttamente dal sito www.athenasmi.ca
4 SISTEMA HARDWARE	**Piattaforma operativa**: PC o Macintosh (System 9.1, con 128 MB RAM) **Processore:** CPU di velocità minima 150 MHz, con 32 MB RAM minimo **Sistema operativo:** Microsoft Windows 95 e successive versioni **Spazio occupato:** 40 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	**MODELLO DI CALCOLO E BANCADATI** **Il software è fornito come singolo programma,** contenente al suo interno diverse funzionalità che agevolano l'esecuzione delle diverse operazioni di calcolo possibili. **Non interfaccia con altri programmi.** **Il software contiene al suo interno una propria bancadati** che raccoglie informazioni e valori di Life Cycle Inventory relativi a 90 diversi tipi di materiali strutturali e di rivestimento, impiegabili nelle diverse unità tecnologiche o elementi edilizi. Inoltre è integrabile dall'utente con valori e informazioni relativi a nuovi elementi tecnologici non compresi nel database. **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.athenasmi.ca; • Versione demo del software scaricata direttamente dal sito; • GIORDANO, Roberto, *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004 • TRUSTY, Wayne B., HORST, Scot, *Integrating LCA Tools in Green Building Rating Systems*, paper presented ad the Conference of USGBC International – US Green Building Council International - November, 2002; • TRUSTY, Wayne B., *Life Cycle Assessment, database and sustainable building*, paper presented at The Latin-American Conference on Sustainable Building, Sao Paolo, July 2004; • LUCUIK, Mark, TRUSTY, Wayne, NILS, Larsson, ROBERT, Charette, *A Business Case for Green Buildings in Canada*, Morrison Hershfied, Ottawa, Canada, March, 2005; • TRUSTY, Wayne, *Understanding the Green Building Toolkit: Picking the Right Tool for the Job*, paper presented at the USGBC Greenbuild International Conference & Expo, Pittsburgh, November 2003; • TRUSTY, Wayne, *Introducing An Assessment Tool Classification System*, Advanced Building Newsletter # 25, July 2000.

Athena Model	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**COMPONENTE EDILIZIO –** Nello specifico l'edificio composto da **UNITÀ TECNOLOGICHE O ELEMENTI TECNICI** comunemente impiegati in edilizia.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	L'Athena software, specificatamente chiamato anche EIE, *Environmental Impact Estimator*, fornisce informazioni relative alle prestazioni ambientali ed energetiche di unità tecnologiche o elementi tecnici (partizioni verticali, orizzontali di divisione o copertura) comunemente impiegati in edilizia, che assemblate tra loro danno origine al manufatto edilizio. Sviluppato per agevolare gli architetti, gli ingegneri e i ricercatori nella valutazione delle implicazioni ambientali dei progetti di nuovi edifici residenziali, industriali e uffici o nella ristrutturazione di edificio esistenti, questo strumento consente di considerare allo stesso livello sia i requisiti tradizionali che quelli ambientali sin dalle prime fasi del percorso progettuale. È uno strumento di supporto alle decisioni basato sulla metodologia LCA e mirato a valutare le implicazioni ambientali dell'intero edificio o delle unità tecnologiche. Nel settore edilizio, ritenuto uno dei principali responsabili dell'emissione di gas serra (*CO_2 Emissions*) nell'ambiente e del rilascio di sostanze tossiche in acqua o in aria, si ritiene, da chi ha sviluppato il programma, che la metodologia LCA sia un utile strumento per la comparazione dei diversi effetti ambientali associati all'impiego di materiali e componenti edilizi e per la valutazione delle loro prestazioni energetico-ambientali durante la produzione, il trasporto e l'uso. Considerazioni comprovata da diversi studi americani e canadesi, che hanno sottolineato come l'energia consumata per la fase costruttiva dell'edificio corrisponde all'energia impiegata per la gestione dell'edificio durante una vita utile di 20 anni. Nello specifico grazie all'EIE è possibile per l'utente scegliere l''unità tecnologica più adatta da un punto di vista energetico ambientale, in relazione alla struttura dell'edificio, che potrà essere simulata all'interno di questo software con un ossatura in acciaio o con una struttura portante in cemento armato. La scelta quindi terrà in considerazione le prestazione dell'unità tecnologica analizzata durante il suo intero ciclo di vita, relazionandola con sistema edificio in cui andrà a inserirsi.
DATA INPUT	La valutazione inizia con l'immissione, in apposite finestre di dialogo (*preset building assembly dialogues),* dei dati relativi al progetto architettonico dell'edificio da parte dell'utente. L'edificio descritto viene scomposto in diverse unità tecnologiche: fondazioni, partizioni verticali, travi e colonne, partizioni orizzontali (pavimenti e coperture) e altre categorie di materiali, di cui verranno specificati tipologia e dimensioni. Una volta inseriti tutti i dati necessari alla descrizione delle unità tecnologiche che si intendono comparare, il software visualizza l'edificio in questione come una struttura ad albero, dove le diverse unità saranno rappresentate gerarchicamente in funzione delle loro reali connessioni nell'edificio. Durante la descrizione dell'edificio, l'utente potrà selezionare dal database connesso, le diverse tipologie di materiali e processi comunemente impiegati per la realizzazione della struttura portante o dell'involucro dell'edificio. In questo modo sarà possibile simulare oltre 1000 sistemi di assemblaggio distinti in specifiche unità tecnologiche (fondazioni, struttura portante, partizioni verticali o orizzontali, e altre unità) e modellare circa il 95% degli usuali edifici (building stock) nel Nord America, rappresentandoli come struttura e pacchetti tecnologici impiegati per il suo involucro.
DATA OUTPUT	Una volta terminata l'immissione di tutti i dati, il software quasi istantaneamente evidenzierà le implicazioni ambientali dalla culla alla tomba (*from cradle-to grave*) dell'oggetto di studio, valutando i flussi in entrata e in uscita durante le diverse fasi del ciclo di vita dell'edificio o dell'unità tecnologica analizzata sulla base dei seguenti effetti ambientali: – consumo complessivo di energia (*Gross Energy Consumption*); – indice di tossicità dell'aria (*Air Toxicity Index*); – indice di tossicità dell'acqua (*Water Toxicity Index*); – emissione di rifiuti solidi (*Solid Waste Emission*), – consumo/esaurimento delle risorse (*Weighted resource Use – fossil fuel, other non renewable resources and*

	water) – effetto serra potenziale (*Global Warming Potential*); – creazione di smog fotochimica (*Stratosferic Ozone creation*); – eutrofizzazione *(nutrification of water)* – acidificazione *(acidification);* – rilasci tossici *(toxic release in water, arie and land)* In altre parole in funzione di questi parametri l'utente ha la possibilità di scegliere i diversi elementi tecnici in relazione alle caratteristiche dell'intero edificio. I risultati della valutazione potranno essere visualizzati secondo diversi sistemi, agevolando la comparazione tra due o più unità tecnologiche simili secondo valori aggregati (*Summary Measure*) degli effetti ambientali prima citati oppure secondo valori disaggregati (*Absolute Value*), cioè specificando le singole quote energetiche (diretta e indiretta) o le quantità di emissioni, potenzialmente imputate per i diversi effetti considerati. Inoltre i risultati relativi ai consumi energetici e agli effetti ambientali potranno essere: – riferiti alle diverse fasi del ciclo di vita del manufatto edilizio (*Life Cycle Stages*); – quantificati in funzione delle unità tecnologiche considerate (*Assembly Group*); – espressi come gli effetti potenziali relativi alle energia impiegata durante la fase di gestione. In questo modo sarà così possibile avere una valutazione di tutti gli elementi coinvolti, stabilire gli effetti legati alle diverse operazioni di assemblaggio e individuare velocemente gli elementi o i fattori particolarmente critici. Oltre ad una valutazione del singolo edificio, con l'Athena Software, è possibile comparare due o più progetti contemporaneamente, specificando le categorie di effetti ambientali considerati e i consumi energetici, su cui verterà il confronto. In questo caso i risultati potranno essere espressi in funzione dei processi considerati nelle diverse fasi di vita (*Life Cycle Stage*) o in funzione di specifiche unità tecnologiche impiegate (*Assembly Group*). Inoltre sarà possibile condurre questo confronto, sia per singole categorie di effetti, sia fissando una unità di superficie comune di riferimento (*Unit Area*), sia assumendo i consumi e gli effetti di un edificio come parametro di riferimento e valutazione (*Project Baseline*) per la valutazione degli altri edifici selezionati.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative al ciclo di vita dell'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	Tramite EIE è possibile determinare i consumi energetici e valutare gli effetti ambientali delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici selezionati durante le seguenti fasi del ciclo di vita del manufatto edilizio: – produzione fuori opera (*manufacturing*): relativa alla produzione dei materiali e dei componenti (comprensiva della fase a monte di produzione); – produzione in opera (*construction*): relativa alla fase di cantiere vera e propria; – fase di uso e manutenzione (*Occupancy/Maintenance*): dove si tiene conto del tipo di edificio, delle emissioni rilasciate in ambiente durante la sua presunta vita utile (comprensiva degli impatti a monte per la produzione di energia necessaria al suo funzionamento) e delle implicazioni ambientali delle eventuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria; – fase di Demolizione (*Demolition*): dove verranno valutate le diverse implicazioni ambientali legati ai diversi scenari di dismissione. Nello specifico per quanto riguarda la fase di esercizio o vita utile dell'edificio è possibile, tramite una funzionalità interna, inserire i valori risultanti in seguito ad una simulazione energetica dei suoi consumi in un anno, che sarà comprensiva di tutti valori a monte coinvolti per l'approvvigionamento energetico necessario. Il software inoltre consente anche di valutare l'energia impiegata durante l'intero ciclo di vita dell'edificio. Per quanto riguarda le prestazioni durante la fase di pre-produzione, all'interno della quale sono convenzionalmente considerate le attività di estrazione delle risorse prime e la costruzione delle infrastrutture necessarie al loro trasporto, queste sono comprese all'interno della fase di *manufacturing* e su questi aspetti non è quindi possibile condurre un analisi specifica
UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato per essere impiegato dagli **architetti, ingegneri e ricercatori** per compiere delle veloci analisi di LCA del manufatto edilizio, anche se poco esperti della metodologia stessa. La lettura dei risultati, se però condotta da figure professionali poco esperte di tale metodologia, può condurre a delle interpretazioni fuorvianti.

UTILITÀ	**Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software presentandosi con un'interfaccia grafica molto semplice e per l'impostazione "a scatola chiusa" dei dati compresi nel database di facile impiego. **BUILDING DESIGN PROCESS**: questo software è molto utile nelle **prime fasi di progettazione preliminare ed engineering dell'edificio**. Il suo impiego consente di valutare la complessità del edificio, inteso come sistema complesso dato dall'assemblaggio di diversi componenti, selezionando le soluzioni tecnologiche e progettuali migliori dal punto di vista ambientale. Il suo impiego può essere poi integrato nella successiva fase di progettazione definitiva ed esecutiva da un altro software il BEES, che invece si focalizzerà specificatamente sulle prestazioni economiche ed ambientali dei singoli componenti edilizi, slegati dal contesto in cui verranno inseriti.
DATABASE	Punto di forza di questo strumento è la bancadati annessa, all'interno della quale sono inseriti valori inerenti le prestazioni energetico-ambientali di diverse tipologie di materiali comuni impiegati per la realizzazione della struttura portante o dell'involucro dell'edificio. Oltre ad una loro valutazione di LCA, è possibile anche visualizzare i valori in forma disaggregata derivanti dalla precedente fase di inventario. Nella procedura di calcolo della prestazioni, inoltre è possibile attingere dal database dati relativi all'energia impiegata e alle relative emissioni emesse durante la sua costruzione in cantiere, durante le operazioni di riparazione, sostituzione e manutenzione, durante la sua fase di esercizio e durante le fasi di demolizione e dismissione. I dati raccolti all'interno del database sono organizzati secondo le seguenti unità tecnologiche: fondazioni (Foundations), travi e colonne (Beams&Columns), muri (Walls), pavimenti e coperture (Floors and Roofs), altre categorie tecnologiche (Extra Basic Materials). Ognuna di queste categorie al suo interno è ulteriormente suddivisa nelle rispettive classi di elementi tecnici: elementi strutturali in legno, in acciaio, in cemento armato e relativi sistemi di giunzione, prodotti per l'involucro in diversi materiali, materiali isolanti e barriere al vapore, diverse tipologie di manto di copertura, finestre e sistemi a curtain wall, diverse tipologie di finiture Per esempio nel caso delle fondazioni sarà possibile selezionare tra due alternative plinti in calcestruzzo (concrete footing) oppure fondazioni a platea in calcestruzzo armato (concrete slab on grade). Nella sezione Extra Basic Materials, inoltre l'utente ha la possibilità di inserire nuovi elementi descrivendone quantità e caratteristiche. Al suo interno sono anche compresi database specifici appositamente sviluppati, che riportano dati relativi all'energia impiegata e alle emissioni emesse in relazione alla fase di costruzione in cantiere, alle operazioni di riparazione, sostituzione e manutenzione, alla fase di esercizio e al momento della demolizione e dismissione. Inoltre l'analisi condotta dal software può anche essere contestualizzata geograficamente, con l'assunzione di dati specifici relativi ai diversi sistemi di approvvigionamento energetico, ai trasporti, alla produzione di energia elettrica e conseguenti effetti relativi a 8 distinte regioni canadesi, tre stati americani o su una media di dati americani. In merito alla trasparenza dei dati impiegati, il software adotta un sistema relativamente diffuso "a scatola chiusa", limitandosi a riportare i testi e i riferimenti bibliografici da cui sono stati adottati le procedure di calcolo e di conversione, però non consente all'utente di visualizzare gli algoritmi di calcolo che portano alla determinazione dei consumi energetici (indicando cioè il sistema di produzione energetico a cui si fa riferimento), ne permette di visualizzare i fattori di conversione delle emissioni inquinanti, utilizzati nella fase di caratterizzazione e valutazione degli effetti ambientali in una analisi di LCA. Il database è costantemente sotto sviluppo e in aggiornamento.

INFORMAZIONI GENERALI	BEAT 2002
1 SVILUPPATO DA	**SBi – Danish Building Research Institute**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**SBi – Danish Building Research Institute** Dr. Neergaards Vej 15 DK - 2970 Hørsholm - Denmark Phone: +45 45 86 55 33 Fax: +45 45 86 75 35 E-mail: sbi@sbi.dk Website: www.sbi.dk
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione:** 2002 – versione 2.0 • **Costo:** 8000 DKK – versione company**,** 4000 DKK – versione educational • **Versione demo:** non è disponibile una versione demo del programma
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa**: IBM o PC • **Processore:** CPU di velocità minima 200 MHz, con 64 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 95 e successive versioni • Spazio occupato: **non specificato**
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO E BANCADATI** • **Il software è fornito come singolo programma,** contenente al suo interno diverse funzionalità che agevolano l'esecuzione delle diverse operazioni di calcolo possibili. • **Interfaccia con altri programmi.** Il software prevede la possibilità di importare dati della banca dati della versione precedente • **Il software contiene al suo interno una propria bancadati**. • **Grafica a finestre e menu.**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.sbi.dk; • DAMMANN, Sven, *Environmental Indicators for buildings. A search for a common language*, By og Byg, Danish Building and Urban Research, Horsholm, 2004;

BEAT 2002

INFORMAZIONI SPECIFICHE

OGGETTO DI ANALISI	**EDIFICIO, ELEMENTI TECNICI E COMPONENTI EDILIZI** comunemente impiegati in edilizia.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	BEAT *Building Environmental Assessment Tool*, è uno strumento sviluppato per la valutazione energetico-ambientale di un componente edilizio, di un elemento tecnico o di un edificio. Basato sulla metodologia LCA, consente di svolgere delle dettagliate analisi di inventario di un elemento tecnico o dell'intero edificio, fornendo un resoconto dei consumi di energia e materie prime e dei relativi rifiuti solidi ed emissioni in aria e acqua lungo l'intero ciclo di vita di un edificio, qui distinto nelle fasi di costruzione (*construction*), manutenzione (*maintenance*), uso (*operation*) e demolizione (*demolition*). Inoltre, impiegando il sistema di valutazione EDIP, che consente di ricondurre le diverse categorie d'impatti individuati nella fase d'inventario ai potenziali effetti ambientali, viene anche fornito un profilo ambientale dell'oggetto di studio, evidenziando come si distribuiscono i diversi effetti ambientali considerati sui componenti individuali costituenti l'edificio, oppure esprimendo una valutazione delle prestazioni ambientali dell'oggetto di studio come un punteggio aggregato, dato dalla somma dei contributi ai diversi effetti ambientali. In questo modo possono così essere confrontate velocemente le prestazioni dei diversi componenti costituenti l'edificio ed individuare così quelli più critici. Il software è distinto in tre parti principali: – una sezione dove l'utente fissa i parametri per l'analisi quali, unità di misura adottata, le emissioni considerate, le materie prime consumate, le informazioni addizionali sui dati forniti dal database, e le tipologie di effetti ambientali considerate nella valutazione con i rispettivi fattori di caratterizzazione, tratti dal metodo di valutazione EDIP. – Una sezione relativa al database,dove sono riportati i dati relativi a fonti energetiche, mezzi di trasporto, prodotti edilizi ed elementi tecnici. – Un sezione relativa al modulo di calcolo vero e proprio dove vengono presentati i risultati delle valutazioni elaborate dal software.
DATA INPUT	Operativamente l'analisi inizia con la descrizione del nuovo edificio oggetto di studio. Una funzionalità agevola questa descrizione sulla base di pochi parametri descrittivi come la geometria dell'edificio, il numero di piano e il numero di elementi o componenti edilizi impiegati. Per la descrizione dell'oggetto di studio, l'utente ha la possibilità di attingere i dati dal database annesso. Successivamente all'utente sarà chiesto di specificare i parametri per l'analisi, specificando quali emissioni e relativi effetti ambientali verranno tenuti in considerazione durante la valutazione. Raramente in questo momento l'utente ha la necessità di aggiungere o modificare i dati forniti dal modello e tratti dal sistema di valutazione EDIP.
DATA OUTPUT	Una volta inseriti i dati di input per iniziare l'analisi, il BEAT fornisce i risultati della valutazione in diverse forme: – come tavole di input-output relative alle diverse fasi del ciclo di vita dell'oggetto di studio e derivanti dall'analisi di inventario svolta dal modello; – come un profilo ambientale dove i consumi di materie prime e le emissioni sono convertite in effetti ambientali secondo il metodo EDIP; – come valutazione aggregata, data dalla somma dei contributi ai singoli effetti ambientali, di tutti i materiali e prodotti costituenti l'elemento tecnico o l'edificio analizzato. I risultati possono essere forniti sia in forma di tabelle che come istogrammi, che consentono il paragone fino 6 soluzioni progettuali diverse per l'edificio allo scopo di individuare quella con il migliore profilo ambientale. I risultati relativi al loro contributo sugli effetti ambientali considerati sono distinti tra gli effetti ambientali determinati dall'emissione di sostanze ed effetti causati dal consumo di risorse primarie elencando per ognuno i rispettivi fattori di normalizzazione e valutazione impiegati.

	Sulla base della valutazione individuale dei diversi elementi costituenti l'edificio ai singoli effetti ambientali considerati è inoltre possibile e individuare gli elementi o i componenti più critici, ipotizzare una loro sostituzione con elementi simili ma con un profilo ambientale migliore (per esempio sostituire il tipo di involucro esterno con un altro con un profilo ambientale migliore) e verificare se effettivamente la loro sostituzione comporterà dei miglioramenti nelle prestazione energetico ambientali dell'edificio. All'interno del software sono contenuti i fattori di caratterizzazione e classificazione secondo il metodo EDIP, ma questo non impedisce l'importazione di altri sistemi di valutazione (weighting system) e relativi fattori di conversione.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative al ciclo di vita dell'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	L'edificio o l'elemento tecnico oggetto di studio viene valutato lungo il suo intero ciclo di vita, qui distinto nelle seguenti fasi: costruzione (*construction*), manutenzione (*maintenance*), uso (*operation*) e demolizione (*demolition*). È infatti possibile con questo strumento valutare le prestazioni energetico-ambientali, come valori disaggregati che esprimono il contributo dei diversi elementi tecnici costituenti l'edificio ai vari effetti ambientali considerati oppure come valore aggregato, dato dalla somma dei distinti contributi ai singoli effetti ambientali. In relazione alle modalità di trasporto l'utente ha la possibilità di specificare diversi tipi di trasporto per lo stesso prodotto, materie prime, materie riciclate e rifiuti solidi. Inoltre adesso è possibile tenere in considerazione anche i trasporti di rifiuti solidi. Nella definizione delle materie prime impiegate è possibile fare una distinzione tra materie prime e materie prime seconde, cioè specificando le quantità di materiali riciclati impiegati per la costituzione del componente. In relazione alla fase di esercizio, delle finestre aggiuntive danno la possibilità di descrivere la vita utile di ogni, materiale, componente o elemento edilizio impiegato per la costruzione dell'elemento tecnico o dell'edificio.
UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato appositamente per il settore edilizio e quindi **mirato ai produttori di elementi edilizi, architetti e ingegneri**.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software sembra presentarsi con un interfaccia abbastanza semplice, che assiste i progettisti durante le diverse valutazioni – **BUILDING DESIGN PROCESS:** il software si presta ad essere utile durante le fasi **di progettazione preliminare e definitiva dell'edificio**. Durante la fase di progettazione preliminare l'utente ha la possibilità di stimare le prestazioni energetico ambientali del sistema costruttivo-tecnologico adottato, valutando come la scelta di una soluzione tecnologica piuttosto che un'altra per la una determinata categoria di elementi può contribuire ad una migliore prestazione ambientale. Durante la fase di progettazione definitiva, invece, è possibile scegliere tra i diversi componenti edilizi da adottare basandosi sulla banca dati che riporta i dati relativa ai principali produttori di materiali edilizi in Danimarca.
DATABASE	Il database fornito con il software riporta dati inerenti il settore edilizio distinti in 5 gruppi principali: – fonti energetiche: in questa sezione sono contenuti dati relativi alle più comuni fonti combustibili o energetiche impiegate (gas naturali, petrolio, carbone, elettricità, ecc). I dati relativi ai combustibili sono disponili in due versioni: una che include le materie prime e le emissioni relative alla loro estrazione, trattamento e trasporto, cioè che tiene in considerazione la quota di energia e di emissioni indirette coinvolte per avere a disposizione quel combustibile, e una che riporta le emissioni e i consumi diretti legati alla loro combustione negli impianti industriali di produzione energetica (large stationary industrial installation??). Al momento nel database sono riportati i dati di circa 40 tipi di combustibili o fonti energetiche. – mezzi di trasporto: sono riportati in questa sezione i dati e le informazioni (consumi energetici e emissioni) relativi al trasporto di 1 tonnellata di prodotto per un chilometro con diversi mezzi di trasporto (tir, treno, nave, ecc.). Al momento il database riporta i dati relativi a 4 tipologie di trasporto. – prodotti o componenti edilizi: in questa sezione sono raccolti i dati ambientali, espressi come consumi energetici o di combustibili, consumi di materie prime e prodotti ed emissioni in aria acqua e suolo, raccolti dai principali produttori danesi di materiali edilizi (cartongesso, elementi in legno, mattoni, cemento, materiali isolanti, ecc.).

	Inoltre in questa sezione sono raccolti anche i dati relativi all'estrazione di materie prime, alla produzione di prodotti intermedi, sottoprodotti e additivi impiegati e sono riportati dati relativi ad elementi edilizi prodotti all'esterno della Danimarca e tratti dalla letteratura ufficiale. Al momento nel database sono contenuti dati relativi a 400 componenti edilizi e loro varianti. – elementi tecnici: in questa sezione sono raccolte le informazioni relative agli elementi tecnici usati principalmente nell'industria delle costruzioni danese e comprende le seguenti categorie di elementi tecnici: fondazioni, partizione orizzontali, murature di fondazione, partizioni verticali esterne e interne, strutture portanti per coperture e sistemi di manto). I dati inerenti i diversi trattamenti di finitura superficiale e le installazioni impiantistiche sono limitati a pochi casi. Il database al momento raccoglie informazioni relative a 200 elementi tecnici e relative varianti. – edifici: in questa sezione è raccolto il caso di un edificio tipo a scopo dimostrativo. L'utente ha la possibilità di aggiungere propri e di modificare o eliminare i dati contenuti nelle sezioni di questo database, aggiungendo nuovi elementi tecnici, prodotti e componenti edilizi utili per la sua analisi. Inoltre all'interno del database è possibile importare ed esportare con facilità da o verso altri database BEAT.

INFORMAZIONI GENERALI	BEES
1 SVILUPPATO DA	**Dr. Barbara Lippiat - Office of Applied Economics** **Building and Fire Research Laboratory** **NIST - National Institute of Standards and Technology** Con il supporto della U.S. EPA Environmentally Preferable Purchasing Program
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**Building and Fire Research Laboratory** ***NIST – National Institute of Standard and Technology*** Agenzia dell' U.S. Commerce Department's Technology Administration 100 Bureau Drive, Stop 8600, Gaithersburg, MD 20899-8600 - USA Phone: + (301) 975-6850 Fax: E-mail: barbara.lippiatt@nist.gov Website: http://www.bfrl.nist.gov
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 3.0** • **Costo: gratuito.** Scaricabile dal sito relativo • **Versione demo:** è possibile scaricare una versione free del software dal sito http://www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa**: PC • **Processore:** 486 o superiore con 32 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 95 e successive versioni (98, 2000, NT e XP) • **Spazio occupato:** 110 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO E BANCADATI** • **Il software è fornito come singolo programma,** contenente al suo interno diverse funzionalità che agevolano l'esecuzione delle diverse operazioni di calcolo possibili. • **Non interfaccia con altri programmi.** • **Il software contiene al suo interno una propria bancadati** che raccoglie informazioni e valori di Life Cycle Inventory relativi a 90 diversi tipi di materiali strutturali e di rivestimento, impiegabili nelle diverse unità tecnologiche o elementi edilizi. Inoltre è integrabile dall'utente con valori e informazioni relativi a nuovi elementi tecnologici non compresi nel database. • **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito http://www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html; • Versione free del software scaricata direttamente dal sito; • GIORDANO, Roberto, *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004 • LIPPIATT, Barbara, C., *BEES 3.0, Building for Environmental and Economics Sustainability*, Technical Manual and User Manual, NIST – National Institute of Standard and Technology**,** Technology Administration, U.S. Department of Commerce, October, 2002; • HITTINGER, Joseph, *Keeping score. Life cycle Assessment is a critical tool that examines all aspects of a product's life, from cradle to grave*, in Interiors&Sources, EnvironDesign Journal, pg 50-51, spring, 2001; • LIPPIATT, Barbara, C., BOYLES, Amy, S., *Use BEES to select Cost-Effective Green Products*, in International Journal of Life Cycle Assessment, n°6, 2001; • LIPPIATT, Barbara, Tech Briefs. BEES Software weights perfomances data on green solutions, in architectural Record.

BEES	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**UNITÀ TECNOLOGICHE O ELEMENTI TECNICI** comunemente impiegati in edilizia.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE e LIFE CYCLE COST SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il BEES (*Building for Environmental and Economics Sustainability)* è un software che assiste i progettisti durante la selezione dei prodotti o componenti edilizi basandosi su una valutazione, sia di tipo economico che degli effetti ambientali associati al loro intero ciclo di vita. All'interno del software è stato infatti adottato un sistema multicriteria di valutazione, così come fissato dall'ASTM standard Multiattribute Decision Analysis, che permette di coniugare le valutazioni di ambientali svolte secondo la metodologia di Life Cycle Assessment (LCA), così come normata nella serie di procedure ISO 14040, e quelle economiche basate invece sul metodo di Life Cycle Cost (LCC), secondo l'interpretazione fornita dall'ASTM – American Society for Testing and Materials. In questo modo è così possibile tenere in considerazione e riunire in un unico sistema di valutazione sia gli aspetti economici che quelli ambientali. Per quanto la valutazione delle performance ambientali del prodotto edilizio, queste vengono svolte secondo la metodologia di LCA, che, nello specifico, per la fase di *Impact Assessment*, adotta il sistema di valutazione *Environmental Problems Approach.* Tramite l'adozione di questo sistema è possibile tenere in considerazione durante la valutazione i seguenti effetti ambientali: – Effetto Serra potenziale[5] (*Global Warming Potential*); – Acidificazione potenziale (*Acidification Potential*); – Eutrofizzazione potenziale (*Eutrophication Potential*); – Formazione di smog fotochimica (*Smog Formation Potential*); – Assottigliamento della fascia di ozono (*Ozone Depletion Potential*); – Tossicità dell'ambiente (*Ecological Toxicity*); – Tossicità sull'uomo (*Human Health*); – Esaurimento delle risorse combustibili (*Fossil Fuel Depletion*); – Qualità dell'aria interna (*Indoor Air Quality*); – Alterazione degli habitat (*Habitat Alteration*); – Esaurimento delle risorse d'Acqua (*Water Intake*); – Inquinamento dell'aria (*Criteria Air Pollutant*). La valutazione di questi effetti, tra cui sono compresi molti effetti non tradizionalmente considerati in un analisi di LCA, si basa sull'assunzione del sistema TRACI (*Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts*) sviluppato dall' U.S. EPA Office of Research and Development, che fornisce fattori di caratterizzazione per 10 dei 12 effetti ambientali considerati. Gli unici due effetti non valutati secondo questo sistema, cioè gli effetti di *Water Intake* e l'*Indoor Air Quality*, vengono valutati direttamente sulla base dei risultati d'inventario. Rispetto ad una tradizionale analisi di LCA, nelle valutazioni fornite da questo modello vengono tenuti in considerazione effetti che tradizionalmente non vengono inclusi in una tradizionale analisi di LCA, quali per esempio l'effetto di *Indoor Air Quality,* che nel caso di un componente edilizio e dell'edificio in cui andrà ad inserirsi assume invece una notevole importanza per il benessere dell'individuo a scala locale, o gli effetti di *Habitat Alteration* e di *Water Intake,* che rispettivamente considerano l'uso del territorio che porta ad una alterazione degli habitat naturali e quindi ad una conseguente estinzione di alcune specie viventi intaccando il principio di biodiversità e il consumo di acqua, effetto che assume una certa importanza nelle zone in cui l'acqua inizia ad essere una risorsa in esaurimento e da non confondere con l'inquinamento delle acque derivanti dalle attività agricole e manifatturiere

[5] Dove con il termine di potenziale, secondo quanto stabilito dalla norma ISO 14040, si intende quanto un emissione inquinante contribuisce potenzialmente ad aumentare uno specifico effetto considerato.

	che viene invece tenuto in considerazione nel tradizionale effetto di eutrofizzazione. Includendo questi effetti le valutazioni di LCA fornite dal software possono essere considerate il risultato di una valutazione di LCA Life Cycle Assessment Integrata, che permette di analizzare le ricadute ambientale del componente selezionato sulle diverse scale ambientali: globale, nazional-regionale e locale. Inoltre per le valutazioni delle prestazioni ambientali del componente edilizio, con il BEES è possibile stabilire se riassumere o meno le prestazioni in singoli punteggi e in tal caso, l'utente può scegliere tra i seguenti sistemi di pesatura e valutazione: *EPA Science Advisory Board* study (SAB) o l'*Harvard University Study*. Il primo sistema attribuisce ad ogni effetto considerato un numero che ne esprime la relativa importanza, raggruppando gli effetti ambientali per "scala di rischio" (alto, medio e basso rischio) e successivamente attribuendo un peso a questi secondo il criterio di valutazione noto come *Analytic Hierarchy Process* (APH), che fornisce un criterio di attribuzione dei pesi dalla comparazione tra due effetti (*Pairwise Comparison*). Il sistema Harvard University Study, invece, propone una suddivisione di ciascun effetto ambientale a seconda che abbia una maggiore impatto nell'attualità o nel futuro (tra 25 anni) e traduce poi questa valutazione in un valore numerico che esprime il peso da attribuire a ciascun impatto. Parallelamente alla valutazione delle perfomance ambientali il software fornisce anche una valutazione delle conseguenze economiche legate a queste prestazioni ambientali, svolta secondo la metodologia di Life Cycle Cost (LCC), secondo l'interpretazione fornita dalla dall'ASTM – American Society for Testing and Materials.
DATA INPUT	La scelta dei diversi componenti edilizi supportata da questo strumento software e basata su una loro contemporanea valutazione degli aspetti ambientali ed economici, inizia con la definizione di alcuni parametri *set parameters*, quali: – *No Weighting*: si stabilisce se il software dovrà fornire una valutazione disaggregata dei risultati di LCA e di LCC o se invece questi potranno essere espressi come un valore aggregato , cioè riassunti in un punteggio unico; – *Environmental vs Economic Perfomances Weights*: nel caso in cui si voglia avere una stima del componente che tenga in considerazione sia gli aspetti economici che ambientali, è necessario stabilire il grado di relativa importanza o il peso di questi aspetti, la cui somma dovrà dare un valore di 100; – *Environmental Impact Category Weights*: dove si definiscono i coefficienti di pesatura degli effetti ambientali, cioè il sistema di valutazione (EPA Science Advisory Board o Harvard University Study) tra quelli forniti dal software o vengono definiti dall'utente – *Discount rate*: dove viene fissato il tasso di sconto che verrà impiegato per l'attualizzazione dei costi futuri nell'analisi economica. Successivamente dopo aver fissato questi parametri, si procede alla scelta e selezione dei componenti edilizi che si vogliono analizzare, selezionandoli da un database interno, organizzato in classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche, classe di elementi tecnici ed elementi tecnici (*major group element, group element e invidual element)* stabilendo infine per ogni elemento selezionato quale sarà la distanza di trasporto più probabile tra il sito di produzione fuori opera e quello di produzione in opera.
DATA OUTPUT	Una volta fissati tutti questi parametri, automaticamente il software elaborerà le valutazioni dei componenti edilizi oggetto di studio. I risultati sono espressi, secondo tre diverse tipologie di grafico: – *overall performance*: permette di comparare gli effetti ambientali ed i costi di due o più elementi tecnici, in forma aggregata utilizzando un punteggio singolo, rappresentativo di entrambi gli aspetti e ottenuto tramite un processo di normalizzazione; – *environmental performance*: consente di visualizzare il contributo dei due elementi tecnici ai diversi effetti ambientali considerati, a scala locale, nazional-regionale e globale, anche qui espresso secondo un punteggio singolo, ottenuto da un processo di normalizzazione e valutazione, secondo quanto stabilito dalle norme ISO 14040; – *economic performance*: fornisce una valutazione ed una stima economica dei due oggetti comparati, considerando i costi attuali e futuri in un arco temporale di 50 anni e riferiti alla medesima l'unità funzionale (m^3, m^2, ecc.). Inoltre, sarà anche possibile esprimere i risultati evidenziando il contributo specifico degli elementi tecnici analizzati in funzione di alcuni specifici effetti ambientali lungo le diverse fasi del ciclo di vita oppure evidenziare le emissioni inquinanti, *environmental flow*, che collaborano alla formazione di uno specifico effetto. O infine, visualizzare il carico energetico associato ad un componente edilizio, espresso tramite il fattore di rinnovabilità di una risorsa oppure tramite il consumo di energia diretta e la quantità di energia di feedstock, riferite ai processi di pre-produzione e produzione fuori opera.

VALUTAZIONE ECONOMICA	La valutazione delle perfomance economico dell'elemento edilizio, fornite dal software parallelamente a quelle ambientali, è invece svolta secondo la metodologia di Life Cycle Cost (LCC), secondo l'interpretazione fornita dalla dall'ASTM – American Society for Testing and Materials. Secondo questa metodologia la stima viene svolta sui costi esterni (che non ricadono direttamente sull'impresa, ma piuttosto, sulla società e l'ambiente) e sui costi interni al soggetto economico (impresa), sia attuali, cioè legati all'acquisto e all'installazione del prodotto che futuri, cioè quelli che si prevedrà di affrontare per la sua manutenzione, riparazione e sostituzione. La considerazione dei costi attuali e futuri viene svolta su un periodo di tempo, *study period*, fissato a 50 anni, che non coincide con la fine vita utile del prodotto e quindi con il tempo considerato in un analisi delle performance ambientali, cioè l'intero ciclo di vita. La definizione di questo arco temporale diverso, è dovuta alla necessità di poter comparare sulla base di un comune periodo di tempo componenti diversi tra loro, con vite utili diverse ed stato scelto un periodo di 50 anni che è da intendere come quello più lungo, dopo il quale un prodotto viene sostituito da uno nuovo, che soddisfa le medesime caratteristiche e presenta le stesse caratteristiche. Per la stima dei costi futuri viene svolta, con il software è inoltre possibile il tasso di sconto su cui elaborare la stima, scegliendo un valore di sconto reale o un tasso di sconto del mercato.
CICLO DI VITA	Il componente edilizio oggetto di studio all'interno del software è analizzato lungo le sue diverse fasi del ciclo di vita, qui intese come *raw material acquisition* (pre-produzione), *manufacture* (produzione fuori opera), *trasportation* (trasporti), *installation* (produzione in opera o fase di cantiere), *use* (uso) e *recycling and waste management* (fine vita del componente). Non sono considerate le eventuali perfomance relative alla fase di demolizione dell'edificio.
UTENZA TIPO	È un software rivolto ai **progettisti, alle imprese di costruzione e ai produttori di componenti** come strumento di software di supporto alle decisione, mirato alla scelta dei componenti edilizi con le migliori performance ambientali ed economiche. Il suo utilizzo permette loro di valutare velocemente diversi componenti edilizi, senza richiedere delle approfondite conoscenze della metodologia LCA.
UTILITÀ	**Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software presentandosi con un'interfaccia grafica molto semplice e per l'impostazione "a scatola chiusa" dei dati compresi nel database si presenta di facile impiego. **BUILDING DESIGN PROCESS:** questo software può essere molto utile **durante la fase di progettazione definitiva e quella esecutiva**, durante la quale si procede alla selezione e approvvigionamento dei singoli componenti utili per la realizzazione dell'intero edificio. Inoltre può essere anche un valido strumento di supporto durante la stesura di capitolati edilizi. Secondo una sistema di classificazione redatto da Wayne B. Trusty, dell'Athena Sustainable Materials Institute, l'impiego di questo software è complementare all'uso di un altro strumento l'Athena Software. Mentre l'Athena consente durante la fase di progettazione preliminare di individuare le migliori soluzioni tecnologiche per l'intero edificio, in rapporto al suo contesto specifico, il BEES, invece, consente nella successiva fase di progettazione definitiva di specificare e dettagliare queste scelte concentrandosi sui singoli elementi tecnici, per selezionare tra i principali e più comuni componenti edilizi presenti sul mercato americano quelli che soddisfano nella maniera migliore i requisiti ambientali ed economici fissati nella precedente fase con l'Athena. I due software rispondono in maniera adeguata ad esigenze diverse in momenti diversi, inserire all'interno dell'Athena tutte le informazioni dettagliate relative ai diversi componenti edilizi presenti sul mercato, come quelle comprese nel BEEES, potrebbe essere fuorviante e si potrebbe incorrere, durante la fase preliminare, nell'errore di concentrarsi sulle prestazioni del singolo componente, slegato dal contesto in cui è inserito, cioè il sistema edificio, che a sua volta dovrà fronteggiarsi con un contesto ambientale specifico.
DATABASE	All'interno del database annesso al software, sono raccolte tutta una serie informazioni relative ai diversi effetti ambientali e alle prestazioni economiche di diversi componenti edilizi, comunemente impiegati. Questi componenti edilizi sono ordinati all'interno del software secondo l'ASTM Standard Uniformat II classification, secondo tre gruppi principali: *major group element, group element e invidual element* corrispondenti a grandi linee al concetto di classi di unità tecnologiche, unità tecnologiche, classe di elementi tecnici e all'interno del gruppo classe di elementi tecnici sono raccolti diversi componenti alternativi. Al suo interno sono infatti raccolti dati ambientali ed economici relativi a 200 prodotti che includono: travi, colonne, struttura e sistemi di copertura, sistemi di rivestimento verticale, sistemi di coibentazione, partizioni interne, finiture e rivestimenti interni.

INFORMAZIONI GENERALI	Boustead Model
1 **SVILUPPATO DA**	Prof. Ian Boustead
2 **PRODOTTO E DISTRIBUITO DA**	**BOUSTEAD CONSULTING LTD.** Black Cottage West Grinstead, Horsham, West Sussex RH13 8GB - United Kingdom Phone:+44 (0) 1403 864 561 Fax: +44 (0) 1403 865 284 E-mail: info@boustead-consulting.co.uk Website: www.boustead-consulting.co.uk
3 **VERSIONE IN COMMERCIO**	• **Versione 5.0**, disponibile in formato single user. È addirittura raccomandata la sua installazione su computer non facenti parte di un network. • **Versione demo** su CD richiedibile direttamente alla Boustead Consultino Ltd.
4 **SISTEMA HARDWARE**	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium, Celeron, AMD, ecc., CPU di velocità minima 500 MHz, con 128 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 98 e successive versioni (ME,NT,XP) • **Spazio occupato** 1,5 GB
5 **STRUTTURA DEL SOFTWARE**	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma**, contenente al suo interno diversi sottoprogrammi che assicurano la funzionalità delle diverse operazioni di calcolo possibili. • **Interfaccia con altri programmi.** I risultati elaborati con il software possono essere elaborati in formato ASCII, che ne consente l'esportazione su fogli di lavoro. Inoltre il software si interfaccia con il software Cambridge Material Selector – CMS, i cui dati sono trattati ed elaborati in compatibilità con il Boustead. • **Il software contiene al suo interno una propria bancadati,** in continuo aggiornamento e integrabile dall'utente stesso. • **Grafica a finestre e menu**
6 **BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**	Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.boustead-consulting.co.uk ; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999; • BALDO, Gian Luca, *LCA Life Cycle Assessment. Uno strumento di analisi energetica ambientale*, IPASERVIZI Editore, Milano, 2000; • DOVE, William, *Life Cycle Assessment: an argument for a detailed approach*, LCM 2005 conference proceedings, Volume 2, pg 481-484, Barcelona, 2005; • GIORDANO, Roberto, *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004

Boustead Model	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**SISTEMA PRODUTTIVO** o sistema industriale globale, tramite il quale si ottiene il prodotto
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE INVENTORY SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il Boustead Model è un software che consente di redigere una Life Cycle Inventory, cioè una analisi degli input/output di un sistema produttivo e successivamente di valutare le sue prestazioni energetico-ambientali, secondo la metodologia Life Cycle Assessment - LCA, così come fissata dalle norme ISO 14040/14041/14042/ 14043. Oggetto di studio dell'analisi con il Boustead Model è infatti non tanto il prodotto, quanto il sistema produttivo, i suoi processi unitari attraverso il quale si ottiene il prodotto finito[6]. Il principio su cui si fonda questo modello di calcolo è che sia possibile creare dei modelli analogici del sistema produttivo dove questo viene considerato costituito da un insieme di singoli processi, o operazioni unitarie, che interrelate tra loro per i flussi di materiali ed energia, riproducono la filiera produttiva reale. Dove con il concetto di operazione unitaria si intende la più piccola unità in cui un sistema produttivo può essere suddiviso, che scambia input/output con le operazioni che le stanno a monte e a valle e per la quale sono disponibili in dati. Le operazioni unitarie in questo modo andranno a costituire tanti sottoinsiemi che potranno essere indagati indipendentemente dal comportamento dell'intero sistema, realizzando tanti singoli ecobilanci, il cui corretto concatenamento consentirà di svolgere una completa analisi d'inventario lungo l'intero ciclo di vita. Il Boustead Model è strutturato in una seria di codici, che identificano le singole operazioni unitarie. Ogni codice numerico contiene dati utili alla redazione di un analisi di LCI, cioè i consumi di materiali ed energia e le emissioni rilasciate nell'ambiente. Il software è distinto in tre parti principali il *Core data*, il *Top Data* e lo *Store Data*. Il *Core* può essere considerato la vera e propria bancadati, mentre il *Top* e lo *Store* costituiscono invece l'area di lavoro dell'utente, dove è possibile creare e aggregare le operazioni unitarie.
DATA INPUT	Il software è distinto in tre parti principali il *Core data*, il *Top Data* e lo *Store Data*. Il *Core* può essere considerato la vera e propria bancadati, mentre il *Top* e lo *Store* costituiscono invece l'area di lavoro dell'utente, dove è possibile creare e aggregare le operazioni unitarie. Il modello del sistema indagato viene rappresentato tramite la descrizione di ogni operazione unitaria e la compilazione di tante singole *Input Table* relative alle singole operazioni unitarie. Per ogni operazione unitaria individuata è possibile inserire sia dati specifici della realtà indagata, che recuperare informazioni dal database interno (Core), che riporta un gran numero di informazioni relative alle operazioni unitarie contraddistinte da codici numerici. Nel caso di operazioni già presenti nella banca dati, è sufficiente consultare l'elenco oppure ricorrere al motore di ricerca, che troverà l'operazione unitaria richiesta. Nel caso invece, di informazioni raccolte presso i siti di produzione, prima di poter essere inserite nelle tabelle di input/output, queste dovranno prima essere elaborate con delle operazioni di conversione e normalizzazione, che relazionano i dati all'operazione unitaria e poi dovranno essere contraddistinte da nuovi codici numerici. A questo scopo lo strumento mette a disposizione delle funzionalità specifiche che accompagnano l'utente nello svolgimento di queste operazioni preliminari e che consentono di tenere in considerazione l'ubicazione geografica del sistema analizzato e quindi il mix energetico caratteristico, diverso da paese a paese, a cui si riferisce. All'interno dei dati riportati in una *Input Table*, oltre ai valori di input e di output, è possibile che siano contenute altre operazioni unitarie. In questo modo i carichi energetici ambientali riportati non si riferiranno così solo al consumo diretto di materiali e di

[6] Lo studio del sistema potrebbe coincidere con quello del singolo prodotto solamente nel caso che il sistema industriale possieda un unico flusso interno di prodotto.

	energia, ma comprenderanno anche le quote derivanti dai processi a monte che si sono resi necessari affinché l'operazione unitaria possa funzionare. In questo modo, con la modellizzazione del sistema indagato secondo l'approccio delle *Input Table,* è così possibile rappresentare sistemi molto complessi, ivi inclusi i loop di riciclo aperto e chiuso.
DATA OUTPUT	Gli output del programma possono essere distinti in due tipologie di risultati energetici e di carattere ambientale. In entrambi i casi è possibile riportare i dati sia relativi ai singoli processi (*unit energy* o *unit emission*), che relativi a tutto il ciclo di vita (*gross energy* o *gross emission*). In relazione ai risultati di carattere energetico, i dati poi potranno essere aggregati secondo diverse modalità, come: – f*uel production&delivery*: che esprime la quota di energia necessaria per la produzione e il trasporto dei vettori energetici impiegati nel processo; – *delivery energy*: cioè la quota di energia diretta, ricevuta e consumata dai singoli processi; – *feedstock energy*: la quota di energia contenuta nei semilavorati, corrispondente all'energia impiegata come materiale e non come combustibile; – *total energy*: la somma delle tre quote precedenti. Questo tipo di suddivisione è utile perché permette di separare le quote di energia dipendenti dalla tecnologia adottata per il processo di produzione (*feedstock* e *delivery energy*) da quella dipendente dalla nazione in cui si svolge il processo(*fuel production&delivery*) In merito ai risultati di carattere ambientale, i risultati anche qui esprimibili in unit o gross emission, a seconda che siano espressi rispettivamente ad una singola operazione o a tutto il ciclo indagato, saranno distinte in air emission, water emission e soli waste. Ulteriormente suddividibili in emissioni addebitabili alla produzione e al trasporto dell'energia impiegata dal processo (*fuel&production delivery*), al singolo processo indagato (*process*), all'utilizzo di combustibili durante il processo (*fuel emission*) o alle biomasse per le emissioni in aria (*biomass*). Infine il software è fornito di un modulo per la valutazione degli effetti a scala regionale/globale, che permette un aggregazione delle emissioni in aria, convertibili in mg di CO2-equivalente, che ne permettono una valutazione ed interprestazione del loro contributo all'effetto serra, in accordo con le indicazioni fornite dalle Nazioni Unite, mentre per la valutazione dell'acidificazione, nell'ultima versione del software ora si possiedono dati storici sulle precipitazione di oltre 2300 località, che ne consentono un aggregazione a livello regionale.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative al ciclo di vita dell'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	Il software consente di compiere un 'analisi di Inventario che copre l'intero ciclo di vita del sistema-prodotto. Intendendo con tale termine non tanto l'analisi del singoli prodotto, ma l'analisi dell'intero sistema di produzione che porta ad avere il prodotto finito. All'interno del software è possibile avere dati inerenti diverse tipologie di trasporto e per quanto attiene alla fase di dismissione è possibile modellare sia delle operazioni di riciclo a ciclo chiuso (closet loop recycling) che a ciclo aperto (open loop recycling). Il ricorso ad un tipo di modellizzazione analitica, con la compilazione delle Input Table, consente di indagare e descrivere in maniera approfondita il sistema indagato. Non esiste però la possibilità di delineare graficamente con questo software dei flow chart, perché si ritiene che con questa tecnica si incorra in eccessive semplificazioni.
UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato per essere impiegato **sia in ambito universitario (ricerca e didattica) che i grandi società** operanti nei settori industriali e dei servizi. Il suo impiego è anche molto diffuso presso le associazioni di categoria, le agenzie governative, le società di consulenza e le associazioni dei consumatori, che ricorrono alle analisi di LCA come strumento di supporto delle loro decisioni. Nel caso del settore industriale, il ripetuto svolgersi di analisi di LCA, consente loro di valutare il loro operato in relazione alle tematiche e alle diverse regolamentazioni ambientali adottate e di valutare preventivamente gli effetti di cambiamenti e modifiche apportate per un miglioramento delle loro performance ambientali. Anche da parte delle agenzie governative l'impiego queste analisi, può agevolare la consapevolezza delle norme proposte. Nel caso invece delle associazioni di categoria, in questo caso la Boustead Consulting Ltd, offre un servizio di intermediazione tra le diverse compagnie e industrie allo scopo di sviluppare un database comune con dati specifici ai loro contesti, garantendone la riservatezza dei dati.
UTILITÀ	• **Difficoltà di impiego: medio-alta**, perché richiede la conoscenza approfondita della metodologia LCA, rendendolo uno strumento di non facile utilizzo per coloro che non hanno una consolidata esperienza in questo campo.

- **PRODUCT DESIGN PROCESS:** l'utilità di questo strumento si colloca principalmente **durante il momento di ingegnerizzazione**, per verificare in modo analitico il quantitativo dell'impatto ambientale del sistema produttivo. Indirettamente i risultati condotti con questo strumento,e le loro interpretazioni, possono essere utili durante la fase metaprogettuale, quando vengono assunte decisioni, sulla base delle analisi e dei dati già condotti e a disposizione. Non è invece uno strumento particolarmente adatto in ambito progettuale perché l'analisi si rivolge maggiormente ai processi che portano alla produzione di un prodotto, più che al prodotto in se.

Il software contiene un area utile all'inserimento di 12000 operazioni unitarie, strutturate nelle seguenti sezioni: *Core Data*, *Top Data* e *Store Data*.
Il *Core* può essere considerato la vera e propria bancadati del software, al suo interno sono inseriti valori riferiti alle operazioni unitarie contraddistinte dai codici da 1 a 6000 e viene costantemente aggiornato dalla Boustead Consulting Ltd.
Il *Core* non può esser integrato con dati inseriti direttamente all'utente, per evitare il rischio di danneggiare le informazioni contenute.
Al suo interno sono contenute valori relativi ad operazioni e processi unitari distinti nei seguenti settori:

- *Fuel production*: con dati riferiti alla produzione dei combustibili distinti per le principali nazioni nel mondo. I dati riportati in questo settore si riferiscono infatti a 41 nazioni membri e non dell'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) e coprono circa 200 regioni.
- *Material processing*: con informazioni e dati relativi ad un ampia varietà di processi di produzione e trasformazione dei materiali e relative operazioni di trasporto;
- *Stand-alone data*: con dati riferiti alle operazioni di produzione dei materiali, in genere mediate su un certo numero di diversi impianti di produzione. I dati di questo gruppo sono il risultato di valutazioni e analisi di specifici contesti industriali.
- *Air emission*: sono riportati i nomi delle principali sostanze emesse in atmosfera durante i processi di trasformazione dei materiali, dei combustibili e dei dati indipendenti e specifici di certi contesti d'analisi
- *Water emission*: sono riportati i nomi delle principali sostanze emesse in acqua durante i processi di trasformazione dei materiali, dei combustibili e processi specifici di certi contesti d'analisi;
- *Solid waste:* essenzialmente in questa lista vengono identificati i rifiuti generati durante i processi di produzione dei materiali, dei combustibili e processi specifici di certi contesti d'analisi. Si tratta di una lista empirica con le principali categorie di rifiuto che sono usualmente identificate dagli operatori dei processi;
- *EU solid waste*: in questa sezione sono elencate le liste piuttosto estensive pubblicate dalla Comunità Europea nel 2001 sulle principali categorie di rifiuti solidi. Qui vengono riportate categorie di rifiuti solidi che possono maneggiate, modificate e impiegate per altri usi. La considerazione di entrambi di dati riferiti ai rifiuti solidi comuni e della EU in una *Input Table* non significa conteggiare due volte questi output, ma semplicemente una loro classificazione in due modi diversi;
- *Raw materials*: qui è possibile trovare i nomi delle principali materie prime usate nei processi di trasformazione dei materiali, dei combustibili e processi specifici di certi contesti d'analisi;
- *Fuels*: qui si trovano i nomi delle principali combustibili usati nei processi di produzione dei materiali, dei combustibili e processi specifici di certi contesti d'analisi;
- *Fuctions*: in questa sezione sono presenti le funzionalità per modificare e manipolare i dati in specifici modi.

I dati di nuova creazione, raccolti da siti produttivi specifici, definiti dall'utente possono invece essere salvati all'interno della sezione *Top Data,* dove l'utente ha la possibilità di creare nuovi codici e aggregare i dati contenuti nel Core. In questo caso le operazioni identificate e salvate dall'utente sono contraddistinte dai codici compresi tra 6001 e 11000 e tra 11201 e 12000. Anche in questo sottore i dati sono distinti in 5 file separati: Processes, Air emissions (user), Water emissions (user), Solid waste (user) e Raw materials (user), che forniscono gli strumenti necessari per descrivere e specificare nella maniera corretta i dati ogni nuova operazione unitaria considerata. In questo modo è possibile, per esempio aggiungere dati relativi alle emissioni in aria, che non sono ancora contenute nel *Core*.
Infine per quanto riguarda quelle informazioni incomplete, che non possono essere avviate ai processi di calcolo, queste potranno essere collocate nello Store, contraddistinguendole con i codici compresi tra 11101 e 11200.

Per ogni operazione unitaria, sia che si tratti di dati tratti dal database o che siano di nuova creazione, sono a disposizione due tipi di informazioni:

- *General Data*, che descrivono il nome dell'operazione, l'unità di misura di riferimento, il codice numerico che la contraddistingue, il contesto geografico a cui si riferisce e tutti i possibili parametri che possono descrivere al meglio l'operazione unitaria indagata:
- *Input Table* vera e propria dove sono riportati tutti gli input e gli output relativi.

Un aspetto caratteristico del software è che tiene conto del mix energetico caratteristico del paese in cui sono rilevate i dati delle operazioni unitarie e che con l'opzione *change countries* è possibile contemplare dati relativi a 27 nazioni.

INFORMAZIONI GENERALI	**CES – Cambridge Engineering Selector**
1 SVILUPPATO DA	**Granta Design Limited,** Prof. Mike Ashby
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**Granta Design Limited** Rustat House 62 Clifton Road Cambridge, CB1 7EG - United Kingdom Phone: + 01223 518895 Fax: + 01223 506432 E-mail: info@grantadesign.com Website: www.grantadesign.com
3 VERSIONE IN COMMERCIO	**Versione 4.5.** Il software è disponibile secondo diverse versioni: • ***CES Selector***: *è la versione generale, ultimo aggiornamento del software Cambridged Material Selection (CMS). Con questa versione sono compresi i database e le librerie inerenti i materiali e i processi* (Material and Process Universe)*;* • ***CES Optimal Polymer Selector***: *è una versione del CES Selector, studiata appositamente per la selezione delle materie plastiche. Al suo interno sono compresi oltre ai due database standard (*Material and Process Universe)*, anche alcuni database specifici inerenti le materie plastiche;* • ***CES Material Ecoselector***: *è una versione personalizzata del CES Selector, che fornisce una valutazione delle performance ambientali dei materiali. Al su interno sono compresi, oltre ai due database standard (*Material and Process Universe)*, anche un database specifico (EcoSelector) che riporta le prestazioni ambientali di materiali e processi;* • ***CES EduPack***: *è un toolkit che fornisce, tramite corsi online, testi e software, un metodo completo per l'insegnamento di materiali e processi, utile nei corsi tenuti presso diverse facoltà universitarie: Ingegneria Aerospaziale, Ingegneria e Scienza dei Materiali, Design Industriale, Architettura e Ingegneria Civile, Ingegneria Ambientale e Ingegneria delle Materie Plastiche.* • **Versione demo.** richiedibile, insieme ad informazioni aggiuntive, direttamente alla Granta Design Limited.
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC; • **Processore:** non specificato; • **Sistema operativo:** Window 98 e successive versioni; • **Spazio occupato:** non specificato.
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI** • **Il software è fornito come singolo programma,** comprendente la bancadati vera e propria e varie funzionalità di ricerca impiegabili all'interno del database. • **Interfaccia con altri programmi.** Il software non interfaccia direttamente con altri software, ma questo può essere intergrato con set di dati inerenti specifici contesti produttivi. • Il software è una **vera e propria bancadati**. In funzione della versione scelta, si hanno bancadati diverse, ma comunque sempre integrabili con ulteriori database in funzione del contesto operativo (materiali metallici, plastici oppure prestazioni ambientali) • **Grafica a finestre e menu.**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.grantadesign.com; • Granta Material Intelligence, *SELECTOR Quick Start, Charter 4*, User Manual, Granta Design Limited**,** Cambridge, United Kingdom, 2004; • ASHBY, Michael F., WEGST, Ulrike, G.K., *The development and use of a methodology for the Environmentally-conscious selection of materials*, presented ad the Third Biennal World Conference on Integrated Design and Process technology (IDPT) (Proceedings Volume 5, pp. 88-93), Berlin, Germany, 6-9 July, 1998; • DE BENEDETTI, B., BALDO, G.L., ROSSI, S., *Environmentally-conscious design and life cycle assessement*, paper given at First International Conference on sustainable energy, planning & technology in relationship to the environment, Energy and the Environment, WIT Press, Halkidiki, Greece 14-16 May 2003; • COULTER, Patrick, *Rational selection of the thermoplastics*, article on Materials World, September, 2004; • MAIER, Clive, *Mapping the Polymer Universe*, British Plastics&Rubber, August, 2002; • ASHBY, Michael F., JOHNSON, Kara, *Materials and Design.E*dizione italiana: LEVI, Marinella, PEDEFERRI, MariaPia, DEL CURTO, Barbara, ROGNOLI, Valentina (a cura di) casa editrice Ambrosiana, Milano, 2005.

CES – Cambridge Engineering Selector

INFORMAZIONI SPECIFICHE

<table>
<tr><td>
OGGETTO DI ANALISI</td><td>MATERIALI E PROCESSI tecnologici</td></tr>
<tr><td>
TIPOLOGIA</td><td>FOCUSED ANALYSIS TOOL - SELECTION MATERIALS SOFTWARE</td></tr>
<tr><td>
OBIETTIVI E METODOLOGIA</td><td>
Il Cambridge Engineering Selector (CES), è un software che agevola l'utente nella selezione dei materiali e dei processi tecnologici, che meglio rispondono ai requisiti prestazionali richiesti per un determinato componente o prodotto.

Il software, nella sua versione standard, CES Selector, o specifica per determinati contesti, come sono l'OPS Optimal Polymer Selector o il CES EcoSelector, si basa sulla metodologia di selezione dei materiali, sviluppata dal Prof. Mike Ashby che permette, durante il momento progettuale, di scegliere il materiale o processo più conveniente in maniera quantitativa, razionale e sistematica in relazione ai requisiti progettuali richiesti. Il loro impiego consente di scegliere dalla più ampia gamma possibile di materiali e non secondo criteri soggettivi e personali, legati all'abitudine all'uso e alla conoscenza di un materiale.
I concetti chiave di questa metodologia sono la descrizione precisa di quali sono le funzioni che devono essere svolte dal componente nel progetto, la successiva definizione dei requisiti prestazionali che dovranno essere ottimizzati e dei limiti che dovranno essere rispettati per una specifica applicazione, esprimendo questi requisiti secondo le proprietà chimico-fisiche dei materiali.
In questo modo la selezione dei materiali avviene in maniera scientifica sulla base delle loro proprietà chimico, fisiche, elettriche, meccaniche, termiche, ecc..

Adottando la medesima metodologia scientifica di selezione elaborata da Ashby, il CES è stato sviluppato secondo diverse versioni corredate con database relativi a specifici contesti produttivi, che sono:
– CES Selector: che consente la selezione dei materiali e dei processi tecnologici, secondo i Performances Indices e sulla base delle Selection Chart elaborate da Ashby, traendoli dai due database standard forniti Materials Universe e Process Universe database.
– OPS Optimal Polymer Selector: questo software basato sui criteri di selezione scientifica elaborati da Ashby, si focalizza sulla selezione dei soli materiali plastici, mettendo in correlazione i dati e le informazioni provenienti da diverse e attendibili fonti di dati. Allo scopo di evitare che la mancanza di dati limiti la selezione, OPS riunisce al suo interno il più ampio database di polimeri commercialmente disponibili, il CES Polymer Universe, con altri database più specifici come il CES CAMPUS, IDES, RAPRA, Moldflow che mettono a disposizione informazioni più dettagliate sulle materie polimeriche.
La selezione avviene secondo due passaggi: un primo passaggio durante il quale è possibile una pre-selezione all'interno del database CES PolymerUniverse identificando i gruppi di resine che rispondono in maniera più appropriata ai criteri di selezione. Una volta ristretta la rosa delle possibilità, l'utente, nel successivo passaggio può rifinire la selezione e identificare dettagliatamente le possibili classi di polimeri che soddisfano i parametri di ricerca.
– CES EcoSelector: con questo software è possibile selezionare i materiali o i processi che minimizzano gli impatti ambientali del prodotto, durante la sua produzione, il suo impiego e la sua fase di dismissione, senza sacrificare le performance del prodotto o comportare un incremento del suo costo. Tramite l'EcoSelector, che si fonda come nei casi precedenti sull'impiego degli indici di performance e la formulazione delle Selection Chart, è possibile scegliere i materiali più adatti per una specifica applicazione e valutarli secondo il loro eco-cost per unit of fuction.
In questo caso i database standard compresi al suo interno, Material e Process Universe Database, che mettono a disposizione i profili tecnici di 3000 materiali e 250 processi, sono arricchiti da più di 27 eco-proprietà per ognuno dei materiali compresi nei database.
Ricorrendo al suo impiego è così possibile analizzare e fare un compromesso tra costi ambientali, costi finanziari e caratteristiche tecniche per la scelta del materiale o processo migliore, sin dalle prime fasi di progettazione, quando un analisi di LCA non sarebbe utile.
</td></tr>
</table>

	In questo modo gli utenti possono dimostrare di aver perseguito un percorso di ricerca razionale nella selezione del materiale tenendo nella dovuta considerazione le performance, i costi, i processi tecnologici coinvolti e gli impatti ambientali del materiale o processo selezionato.
DATA INPUT	La consultazione di questo database è possibile sia liberamente che ricorrendo ad una serie di filtri, tramite i quali sulla base delle specifiche fornite e delle proprietà che il materiale dovrà soddisfare, verranno identificati ed evidenziati i materiali che rientrano tra quei parametri di ricerca.
DATA OUTPUT	Sulla base delle specifiche fornite e delle diverse proprietà che il materiale o il processo dovrà soddisfare, immesse dall'utente, il software elabora delle *Selection Charts* (o *Bubble Chart*) all'interno delle quali sono rappresentate graficamente come delle bubble-ellissi tutte le categorie di materiali in funzione dei parametri considerati (proprietà fisico, chimiche, meccaniche, elettriche, ecc.) riportati sugli assi X e Y. Le diverse categorie di materiali sono rappresentate all'interno di queste *Selection Chart,* secondo il loro livello di *Performance Indices*, che indica il grado di soddisfazione di una determinata prestazione, derivato dalla combinazione di uno o più proprietà fisiche, chimiche, elettriche, termiche, ecc. del materiale, dal momento che spesso le performance di un materiale per una specifica applicazione sono governate da una combinazione di diverse proprietà. Le classi di materiali che presentano dei valori più vicini agli indici di performance richiesti sono quelli più adatti. Un valore superiore per l'indice indica che le performance del materiale sono maggiori rispetto a quelle richieste, viceversa con valori inferiori. Questi indici di performance (*Perfomances Indices*), sono derivati da espressioni matematiche che mettono in correlazione le diverse proprietà considerate del materiale in funzione di una specifica applicazione. Le *Selection Chart* messe a disposizione dal software sono lo strumento ideale per individuare le categorie di materiali e le tecnologie di trasformazioni migliori, che ottimizzano le prestazioni richieste. Una volta individuate questi categorie, l'analisi e la selezione potrà andare ancora più in dettaglio, tenendo in considerazione parametri ancora più specifici.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Nella selezione dei diversi materiali o processi viene fornita anche una stima dei costi diretti ad essi collegati.
CICLO DI VITA	Le principali informazioni riportate all'interno dei database principali, sulla base delle quali è possibile compiere una selezione dei materiali e processi tecnologici più adatti ad uno specifico uso, sono in genere relativi alle loro proprietà durante la fase di produzione e di uso. Ad eccezione del database *CES EcoSelector,* all'interno del quale sono riportati i profili ambientali dei materiali o processi selezionati lungo gran parte del ciclo di vita fornendo informazioni, relative alla loro disponibilità naturale, ai consumi energetici e ai rilasci in ambiente per la loro produzione, ai consumi energetici per il loro trattamento e ai diversi scenari di fine vita a cui possono essere destinati.
UTENZA TIPO	Le diverse versioni del software CES sono rivolte – agli **ingegneri meccanici e di progetto**: per fornire loro un supporto, durante lo sviluppo di un prodotto, su cui fondare l'analisi delle alternative di materiali e processi; – agli **specialisti di materiali**: per l'individuazione di materiali e processi non impiegati nella loro campo di lavoro e per questo a loro meno conosciuti; – ai **sviluppatori di materiali:** per avere una mappa dello stato dell'arte dei materiali esistenti, per facilitare una valutazione delle loro possibilità di applicazione in un nuovo settore e per comunicare i vantaggi di materiali innovativi.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-alta**. Per impiegare questo software è necessario conoscere la metodologia di selezione scientifica di Ashby e avere una buona conoscenza della scienza e tecnologia dei materiale per poter fissare i corretti indici di performance, basati su relazioni matematiche tra le diverse proprietà. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** Questo software è stato studiato per essere utile sin dalle prime fase di progettazione, per agevolare la selezione tra un'ampia gamma di materiali e processi. In particolare il CES EcoSelector è uno strumento pensato per essere impiegato nelle fasi metaprogettuali e di concept design, (quando un'analisi di LCA non sarebbe utile) per fissare i requisiti prestazionali e i limiti che il materiale dovrà soddisfare e selezionare i materiali in un modo ambientalmente consapevole.

In funzione della versione del CES adottata, sono disponibili dati e informazioni tratti da diversi database:

- ***CES Selector***: è provvisto dei *Material and Process Universe Database*;
- ***OSP Optimal Polymer Selector*** : sono compresi al suo interno il *Polymer Universe* e database specifici sulle materie plastiche come ChemRes, CAMPUS Plastics, IDES Plastici e Moldflow***;***
- ***CES EcoSelector***: oltre ad essere compresi i database standard come *Material and Process Universe*, sono compresi anche il *CES Materials EcoSelector*.

In dettaglio tutti questi database raccolgono al loro interno le seguenti informazioni:

- *Material Universe:* al suo interno sono raccolti tutti i materiali ingegneristici presenti sul mercato, distinti in 3700 record singoli. Per ogni record sono disponibili più di 15 tipologie di valori che ne definiscono le proprietà generali, meccaniche, termiche, ottiche, elettriche e di corrosione. Tutti i materiali raccolti sono distinti nelle principali categorie: metalli, polimeri, legno, ceramici, magnetici e schiume. Ognuna di queste categorie a sua volta è distinta in ulteriori sottoclassi, definite per le loro proprietà. Questo database è stato studiato per paragonare tra loro gruppi di materiali con proprietà simili;
- *Process Universe*: è un database che raccoglie al suo interno 240 record che coprono tutti i processi, di formatura, rifinitura, assemblaggio e trattamenti di superficie. Ogni record riporta tutti gli aspetti generali, fisici ed economici di ogni processo e fornisce delle note descrittive del processo. Ogni processo è collegato ai materiali che possono essere sottoposti a questo trattamento, contenuti nel *Material Universe Database;*
- *CES Materials EcoSelector*: si tratta di una versione arricchita dei due precedenti database standard, *Materials and Process Universe*. Riporta per i 3000 materiali e 250 processi contenuti, oltre ai profili tecnici relativi delle loro proprietà meccaniche, fisiche, elettriche ecc. anche 27 e più parametri inerenti la loro perfomance ambientali, distinte in 6 gruppi principali di informazioni sul materiale, come: dati geo-economici (nome del materiale, produzione annuale, riserve disponibili, ecc.), produzione di energia e di emissioni durante la sua lavorazione, indicatori di valutazione dei principali effetti ambientali coinvolti (EPS o Eco-indicator), energia necessaria per la sua lavorazione (tramite fusione, deformazione, vaporizzazione), diversi scenari di fine possibili, dati biologici relativi al suo grado di tossicità, ecc. e una valutazione finale della sua sostenibilità;
- *Polymer Universe*: è un database che copre i materiali e i processi relativi a plastiche, elastomeri, composti polimerici. Compilato traendo i dati dalle fonti principali sui materiali polimerici, il database riporta un ampia serie di proprietà, in cui tutti valori sono completi. È compreso nel pacchetto software specifico *OPS Optimal Polymer Selector*, ma può anche essere disponibile separatamente;
- *ChemRes*: all'interno di questo database è riportata una classificazione, basata su test condotti dalla RAPRA (*Rubber And Plastic Research Association)* Technology Ltd, dei principali materiali plastici ed elastomeri in funzione della loro resistenza chimica in 190 diversi ambienti chimici (dall'acido nitrico all'olio d'oliva). Anche questo database è compreso nel software *OPS Optimal Polymer Selector*;
- *CAMPUS Plastic* (*Computer Aided Material Preselection by Uniform Standards*): contiene 4600 classi di resine plastiche classificate sui dati raccolti da 27 produttori di materie prime. Tutti i dati sono raccolti sulla base di un standard *CAMPUS ISO*, che ne garantisce la qualità, la compatibilità e la completezza dei dati e ne consente la comparazione. Anche questo database è compreso nel software *OPS Optimal Polymer Selector*;
- *IDES Plastics*: contiene set di dati e informazioni relativi a 47000 proprietà plastiche di resine reperibili dai 40 principali fornitori e produttori nel mondo, sulle quali possono essere applicati adeguatamente i criteri di selezione di Ashby. I dati sono raccolti secondo il foglio di raccolta dati ASTM ed è regolarmente aggiornato. Anche questo database è compreso nel pacchetto software *OPS Optimal Polymer Selector*;
- *EDSU Metallic materials Data Handbook*: è un database che raccoglie le proprietà fisico-meccanico e termiche delle principali leghe metalliche impiegate in Europa, circa 600. Ogni record riporta oltre ai valori relativi alle loro proprietà fisico-meccaniche (come resistenza e rigidezza), anche i valori delle proprietà fisico-termiche dei materiali, come i valori di scorrimento (Creep), di shock termico e rammollimento che portano alla deformazione da fatica o alla frattura del materiale stesso. Inoltre sono descritti i processi tecnologici a cui i materiali possono essere sottoposti. Basandosi su questo database l'utente può compiere delle analisi dettagliate su una lega metallica, comparandola con le prestazioni fornite dai principali materiali metallici impiegati nelle applicazioni aerospaziali. Questo database è compreso all'interno di un altro pacchetto software prodotto dalla Granta, il Granta MI (*Material Intelligence*), ma può anche essere acquistato separatamente ed integrato in una delle diverse versioni del CES Selector disponibili;
- *MIL-Handbook (HDBK) 5&17*: il *MIL-HDBK 5* comprende al suo interno informazioni sulle principali leghe metalliche usate in USA in ambito aerospaziale. Al suo interno sono raccolti 2000 record e 1000 combinazioni materiali/elementi di fissaggio, consultabili tramite una struttura gerarchica ad albero o un sistema di ricerca veloce, dove per ognuno di essi sono riportati grafici e dati relativi alle loro proprietà fisico meccaniche e termiche. In questo modo è possibile giungere al miglior compromesso, nella scelta della lega per una specifica funzione. Inoltre al suo interno è compreso anche un ampio database sui diversi sistemi di giunzione ed è possibile una valutazione sulla resistenza della lega metallica quando sottoposta a determinate temperature, configurazioni e sistemi di giunzione. Il *MIL HDBK 17*, invece, raccoglie al suo interno 1100 record relativi a materiali composti polimerici, metallici o ceramici. e permette di paragonare le proprietà per ogni classe di

	materiali compositi. – *Moldflow Plastics*: contiene circa 8000 record, riferiti alle diverse classi di materiali polimerici che possono essere sottoposti a stampaggio ad iniezione; – *NIST Lead free Soldier*: contiene circa 350 tipi di leghe per saldatura, contenenti piombo o meno. Tra le proprietà riportate sono inclusi la loro composizione, i loro dati economici, e le loro proprietà fisico-meccaniche, fisico-termiche e fisico-elettriche. Tutti i database sviluppati dalla Granta, come il *Materials Universe*, *Process Universe*, *Polymer Universe* e *l'Ecoselector,* sono stati sviluppati in accordo con una serie di criteri che ne garantiscono la loro completezza, compatibilità e affidabilità.

INFORMAZIONI GENERALI	**DFA – Design For Assembly**	
1 SVILUPPATO DA	**Boothroyd Deswhurst Inc.- BDI**	
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	IN USA: **Boothroyd Deswhurst Inc.- BDI** 138 Main Street Wakefield - R.I. 02879 – United States Phone: +1 401 783 5840 Fax: +1 401 783 6872 E-mail: info@dfma.com Website: www.dfma.com	IN EUROPA: **Design IV partnership** PO Box 194 Hereford Herefordshire - HR2 0YG - United Kingdom Phone: +44 1981 550 400 Fax: +44 8700 516 506 E-mail: sales@design-iv.com Website: www.design-iv.com
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 9.2.1.89** • **Versione demo:** consultabile online sui siti: www.dfma.com oppure www.design-iv.com	
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium III, con 128 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 95 e successive versioni • **Spazio occupato:** 100 MB	
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • **Il software è fornito come singolo programma;** • **Interfaccia con altri programmi.** Il software lavora sinergicamente con un altro software *Design For Manufacturing* anch'esso prodotto dalla Boothroyd Deswhurst Inc. Inoltre le informazioni relative alla conformazioni geometrica e volumetrica del prodotto possono essere importati da modelli e disegni di AutoCad. • Al suo interno è contenuto **un database relativo;** • **Grafica a finestre e menu.**	
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dai siti: www.dfma.com oppure www.design-iv.com • Versione demo visualizzabile on-line sul sito; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali,* Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999.	

<table>
<tr><td colspan="2">DFA – Design For Assembly INFORMAZIONI SPECIFICHE</td></tr>
<tr><td>
OGGETTO DI ANALISI</td><td>COMPONENTI DEL PRODOTTO e loro relativo assemblaggio.</td></tr>
<tr><td>
TIPOLOGIA</td><td>FOCUSED ANALYSIS TOOL – DFMA, Design For Manufacturing and Assembly software</td></tr>
<tr><td>
OBIETTIVI E METODOLOGIA</td><td>Il DFA è un software che si basa metodologicamente sul concetto di progettazione modulare e sull'analisi delle diverse procedure di scomponibilità/scomponibilità del prodotto, motivato dal fatto che approssimativamente l'85% dei costi totali di produzione sono determinati durante lo sviluppo concettuale del prodotto.
Con il criterio di progettazione modulare si intende lo sviluppo dell' "architettura del prodotto", consistente in unità fisiche scomponibili, per facilitarne un loro più rapido assemblaggio. Secondo questo approccio i singoli elementi vengono considerati come parti autonome, accoppiabili in vario modo, secondo una certa progressione, entro un sistema (l'architettura del prodotto) che preveda anche utilizzazioni differenziate e che comunque tenga sempre nella giusta considerazione le condizioni relative alla razionalizzazione degli imballaggi, alla trasferibilità d'uso del prodotto, ecc..

Adottato da molte aziende, che si trovano ad operare in condizioni di mercato caratterizzate da un rapido e continuo cambiamento, il contributo operativo di questo strumento consente loro di conseguire una maggiore efficienza produttiva, perseguendo obiettivi concreti come la semplificazione e la definizione della struttura ottimale del prodotto tramite la riduzione del numero di pezzi impiegati, che contemporaneamente ne garantisca la sua corretta funzionalità, la sua producibilità a costi minimi, una riduzione dei "time to market" ed un miglioramento della sua qualità.
In questo modo è possibile delineare un progetto di Robust Design, razionale dal punto di vista dell'assemblaggio e della fabbricazione fin dalla fase di sviluppo, dove vengo identificate le parti non necessarie e valutati i tempi e i costi di assemblaggio. Un ridotto numero di parti infatti ha un'enorme influenza sia sulla complessità del processo di assemblaggio sia sulla fabbricazione delle parti e sui dati relativi ai volumi, che dovranno essere recuperati e trasportati sino al sito interessato e che interverranno in fase di realizzazione del prodotto.

Il DFA software si pone come un mezzo operativo che facilita il lavoro integrato delle varie funzioni aziendali e permette l'impiego di tecniche e procedure come il Design for Manufacturing and Assembly che supportano la metodologia di Concurrent Engineering (CE), adottata ormai in molte aziende di diversi settori. Secondo questa metodologia del CE, è possibile valutare preventivamente e analiticamente gli effetti delle decisioni progettuali sui costi di fabbricazione e assemblaggio, grazie ad una progettazione simultanea del prodotto o del processo da parte delle diverse figure professionali coinvolte durante lo sviluppo di u nuovo prodotto.
In quest'ottica il software lavora sinergicamente con un altro software, Design for Manufacturing, prodotto dalla stessa Boothroyd Deswhurst Inc. L'uso integrato e sinergico di entrambi i software consente di ridurre i costi di assemblaggio di un prodotto e di valutare velocemente i costi di produzione del nuovo prodotto, comparando i costi relativi con quelli di altri prodotti simili, già esistenti.

Questo software, come gli strumenti simili a questo, non trova un diretto riscontro nella tematica ambientale, e quindi, per il momento, non prevede tra i suoi scopi anche la possibilità di valutare gli impatti ambientali, conseguenti alla fase di assemblaggio.</td></tr>
<tr><td>
DATA INPUT</td><td>L'analisi del prodotto con questo strumento parte dalla definizione della sua struttura e delle relative operazioni di assemblaggio.

Una volta scomposto il prodotto in componenti e subcomponenti, tramite questo strumento è possibile l'analisi delle diverse interazioni, a partire da quelle geometriche per passare a quelle legate alla disposizione dei componenti nello spazio ritenuto disponibile, all'accessibilità manutentiva, all'inserimento di eventuali circuiti elettrici e, in molti prodotti industriali, all'attivazione di movimenti intercorrelati.
Così facendo si ottiene una valutazione sistemica delle opportunità di semplificazione e/o ottimizzazione del prodotto, valutando preventivamente e quantitativamente per ogni componente le eventuali difficoltà presenti legate alla fase di assemblaggio.

Ricorrendo all'impiego di un database interno al software, per ogni elemento, è possibile descrivere le sue</td></tr>
</table>

	caratteristiche di assemblaggio ed associare ad ognuna di queste operazioni un determinato tempo, che permette così di quantificare il Tempo Totale di Assemblaggio (TAT) per ogni componente. Il valore TAT associato al costo della manodopera permette così di ottenere una stima dei costi di assemblaggio e di confrontare diverse soluzioni dello stesso progetto. Inoltre al suo interno è possibile importare dati e valutazione svolte con un altro software, il DFM, *Design for Manufacturing,* della Boothroyd Deswhurst Inc. relative al costo di determinate tecnologie di fabbricazione per specifici componenti. Operativamente, l'analisi parte con la delineazione delle *Structure Chart,* dove vendono descritte le diverse parti del prodotto. Per ogni componente tramite delle *DFA Questions*, che sono il cardine dell'analisi svolta con questo strumento è possibile stabilire i tempi e i costi relativi al loro assemblaggio. In pratica le *DFA Questions* sono delle finestre interattive, dove vengono definite le caratteristiche dei componenti, scegliendole e selezionandole da una serie di soluzioni prestabilite raccolte nel database interno.
DATA OUTPUT	L'output dello strumento sono dei *DFA Worksheet Window*, cioè delle tabelle in cui viene riportata la lista completa di tutti i componenti e le operazioni di assemblaggio necessarie per prodotto analizzato, visualizzate secondo una struttura gerarchica ad albero, dove vengono specificati i tempi e i costi relativi di tutti i componenti. In seguito ad una modifica progettuale del prodotto, il sistema permette di cambiare questi valori e di valutarne la loro convenienza, evidenziando in maniera esauriente tempi, costi, difficoltà di manipolazione e di inserimento e aspetti di ergonomia. Infine, per favorire l'individuazione della soluzione migliore, tramite il software è possibile confrontare, mediante diagrammi, fino a quattro soluzioni contemporaneamente
VALUTAZIONE ECONOMICA	Per ogni elemento è possibile descrivere le caratteristiche di assemblaggio ed associare ad ognuna di queste operazioni un determinato tempo, che permette così di quantificare il Tempo Totale di Assemblaggio (TAT) per ogni componente. Il valore TAT associato al costo della manodopera permette così di ottenere una stima dei costi di assemblaggio e di confrontare diverse soluzioni dello stesso progetto. La valutazione dei costi si limita però solo alle operazioni di assemblaggio senza prendere in considerazione ne le prestazioni ambientali ne le ricadute economiche di queste.
CICLO DI VITA	Tramite questo strumento è possibile focalizzarsi solo sulla fase di produzione e nello specifico sull'assemblaggio del prodotto, con lo scopo di eliminare i pezzi non necessari e quantificare i tempi di assemblaggio. In questo modo è possibile determinare analiticamente dove, come e perché si verificano eventuali problemi di assemblaggio per risolverli preventivamente, sin dalla fase progettuale, in maniera ottimale. Purtroppo non tiene in considerazione anche le implicazioni ambientali conseguenti alla attività coinvolte durante l'assemblaggio del prodotto.
UTENZA TIPO	Il software può essere impiegato da **progettisti, ingegneri di produzione e tecnici di aziende di diversi settori**: telecomunicazioni, aerospaziale, manifatturiero o relativo ai beni di consumo, che hanno adottato come filosofia gestionale la metodologia del Concurrent Engineering.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software è stato studiato e strutturato per essere impiegato agevolmente ed efficacemente in breve tempo dalle diverse tipologie di aziende. – **PRODUCT DESIGN PROCESS**. DFA software è stato pensato per essere impiegato durante la fase progettuale per quantificare e valutare sistemicamente le nuove soluzioni progettuali. Nello specifico può essere utile durante le fasi di **Product Design ed Engineering**.
DATABASE	Durante la descrizione del prodotto e delle parti che lo costituiscono, un database interno annesso al software fornisce le diverse caratteristiche e possibilità di assemblaggio per ogni componente e fornisce i tempi da associare ad ogni operazione di montaggio che agevoleranno il calcolo finale del Tempo Totale di Assemblaggio (TAT). Non sono fornite ulteriori informazioni sul tipo di dati contenuto nel database.

INFORMAZIONI GENERALI	**DFE – Design For Environment**
1 SVILUPPATO DA	**BOOTHROYD DESWHURST INC.- BDI**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**Design IV partnership** PO Box 194 Hereford Herefordshire - HR2 0YG - United Kingdom Phone: +44 1981 550 400 Fax: +44 8700 516 506 E-mail: sales@design-iv.com Website: www.design-iv.com
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1.2** • **Versione demo:** consultabile online sul sito: www.design-iv.com
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium III, con 32 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 95 e successive versioni • **Spazio occupato:** 15 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • **Il software è fornito come singolo programma;** • **Interfaccia con altri programmi.** Il software lavora sinergicamente con un altro software Design For Assembly anch'esso prodotto dalla Boothroyd Deswhurst Inc. , dal quale possono essere tratte e importate le sequenze di assemblaggio per il prodotto analizzato. • Al suo interno è contenuto **un database;** • **Grafica a finestre e menu.**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito: www.design-iv.com • Versione demo visualizzabile on-line sul sito; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali,* Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999.

DFE – Design For Environment	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**PRODOTTO a fine vita**
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL – DFD, Design For Disassembly, SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il DFE è uno strumento software che consente di perseguire operativamente le strategie di Design for Disassembly and Recycling. Utile durante la fase progettuale del prodotto, tramite questo software è possibile simulare il disassemblaggio del prodotto, una volta giunto al termine della sua vita utile, valutandone i derivanti benefici economici ed ambientali. In altre parole individua la sequenza ottimale di disassemblaggio, sulla base delle seguenti variabili: costi e ricavi e impatti ambientali (valutati come MET Point) derivanti dalle diverse operazioni di disassemblaggio e dai vari scenari di dismissione a cui possono essere sottoposti i diversi componenti del prodotto. Una rappresentazione grafica finale consente infatti di confrontare diverse soluzioni progettuali e di individuare le sequenze tecnologiche di disassemblaggio più efficienti, sin dalle prime fasi di sviluppo del prodotto. Metodologicamente questo software si basa sul criterio di progettazione modulare, già adottato anche nei software per il DFMA, ma per la definizione della ottimale sequenza di disassemblaggio, considera oltre ai vantaggi economici derivanti dai diversi scenari a cui possono essere sottoposti i componenti del prodotto, anche una minimizzazione dei loro impatti ambientali. Sulla base di questa analisi DFE fornisce in un unico diagramma due analisi: una valutazione del beneficio economico e una sua valutazione ambientale dei processi di fabbricazione e di fine vita del prodotto e (riutilizzo, smaltimento e riciclaggio, ecc.) evidenziando i componenti con l'impatto ambientale più critico in modo tale da poterli collocare in maniera ottimale nella sequenza di disassemblaggio, così da poterne ricavare i maggiori vantaggi. Sulla base di queste indicazioni sarà così possibile progettare il nuovo prodotto, optando tra diverse soluzioni progettuali in funzione delle valutazioni economiche ed ambientali fornite, e successivamente sarà possibile valutare e confrontare il progetto modificato con quello iniziale per valutarne i margini di miglioramento e decidere se procedere o meno alla sua produzione. In questo modo si avrà a disposizione un unico strumento che focalizzandosi sulla fase di disassemblaggio, potrà compiere contemporaneamente due diversi tipi di valutazione quantitativa, economica ed ambientale, basandosi sul principio che una riduzione dei tempi impiegati in ogni operazione di disassemblaggio ed un recupero delle parti con il maggior valore, comporteranno dei benefici economici ed ambientali.
DATA INPUT	Operativamente l'analisi del prodotto in progetto parte con la descrizione del prodotto (conformazione geometrica, mezzi di fissaggio impiegati, ecc.) e la codifica della sequenza di montaggio, che potrà essere definita direttamente dall'utente oppure potrà essere già nota e importata dai risultati forniti da una precedente analisi del prodotto con il software DFA, *Design For Assembly*, uno strumento applicativo anche questo prodotto dalla Boothroyd Deswhurst Inc., che può lavorare il maniera sinergica con il software DFE.
DATA OUTPUT	Sulla base della sequenza di assemblaggio, semplicemente rovesciandone la procedura di montaggio, il software elabora una prima sequenza di smontaggio, dove è possibile analizzare componente per componente e definire una lista di precedenze di montaggio/smontaggio, specificando per i diversi gruppi di componenti i vari scenari di fine vita: riciclaggio, smaltimento, rifabbricazione, ecc.. Sulla base di questa analisi DFE fornisce in un unico diagramma due analisi: una valutazione del beneficio economico e una sua valutazione ambientale dei processi di fabbricazione e di fine vita del prodotto e (riutilizzo, smaltimento e riciclaggio, ecc.) evidenziando i componenti con l'impatto ambientale più critico in modo tale da poterli collocare in maniera ottimale nella sequenza di disassemblaggio, così da poterne ricavare i maggiori vantaggi. La valutazione dell'impatto ambientale derivante dalle diverse operazioni di disassemblaggio è invece calcolato sulla base della metodologia di valutazione *European Life Cycle Assessment*, detta anche *MET Points* (*Material, Energy, Toxicity*) che quantifica il valore dell'impatto ambientale di ogni operazioni di fabbricazione e di

	disassemblaggio con un singolo punteggio. Questo metodo, basato sulla compilazione di matrici, consente di valutare in maniera semiquantitativa e in coerenza con un approccio al ciclo di vita, l'importa ecologica del prodotto e delle sue parti, durante le diverse attività comprese nella fase di fabbricazione e fine vita sulla base di tre variabili, materiali, energia e tossicità. La valutazione dei materiali considera l'impatto del prodotto o del componente in relazione all'esaurimento delle risorse sul pianeta. La parte relativa all'energia, esamina i potenziali effetti ambientali che possono venire a generarsi in seguito ai consumi energetici e infine la tossicità misurerà l'effetto tossico intermini umani ed ecologici. I conseguenti valori in MET Points per ognuna delle tre variabili considerata, potrà essere tratta da un database specifico annesso al software e sviluppato congiuntamente dalla Boothroyd Deswhurst Inc e dalla TNO Institute of Industrial Technology.
VALUTAZIONE ECONOMICA	La valutazione economica fornita con lo strumento, specifica il profitto o la perdita legati allo smontaggio di ogni componente. In questo modo è possibile determinare in ogni istante il costo legato ad ogni operazione di smontaggio, decidendo sino a che punto è conveniente procedere al suo disassemblaggio e secondo quali scenari (riciclaggio, riutilizzo, smaltimento, ecc.) è più conveniente procedere. Per esempio il riciclo di alcuni materiali o componenti, come le parti elettroniche, hanno un notevole ritorno economico, mentre componenti con un alto grado di tossicità hanno una elevata penalizzazione economica, quindi questi dovranno essere facilmente accessibili e recuperabili, evitando la contaminazione delle altre parti.
CICLO DI VITA	Tramite questo strumento è possibile valutare contemporaneamente sia le conseguenze economiche che gli effetti ambientali relativi al prodotto in progetto durante le fasi di produzione e di fine vita e disassemblaggio del prodotto.
UTENZA TIPO	Il software può essere impiegato da **progettisti e designer**, che non hanno specifico background in campo ambientale. Il suo impiego li guida concettualmente, fornendogli le principali indicazioni da seguire durante la progettazione, coerenti con le strategie di Design for Disassembly. Questo software, come anche gli altri sviluppati dalla Boothroyd Deswhurst Inc, sono stati impiegati proficuamente da industrie di diversi settori: telecomunicazioni, aerospaziale, manifatturiero, beni di consumo, ecc.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software è stato sviluppato per essere impiegato agevolmente ed efficacemente in breve tempo dalle diverse tipologie di aziende. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** Il DFE software è stato pensato per essere impiegato durante la fase progettuale per quantificare le prestazioni del prodotto durante la fase di fine vita e valutare sistematicamente le nuove soluzioni progettuali. Nello specifico può essere utile durante le fasi di **Product Design ed Engineering**.
DATABASE	Il software è rilasciato con un database interno, da cui è possibile trarre dati e informazioni relativi ai: – tempi necessari per ogni operazione di disassemblaggio; – costi relativi ad ogni operazione di disassemblaggio; – valori di mercato dei materiali riciclati e delle parti che verranno riusate; – effetti ambientali derivanti dai processi di produzione più comuni per ottenere un determinato tipo di materiale, pronto per essere immesso nella catena produttiva; – effetti ambientali conseguenti ai diversi processi di trattamento con cui saranno trattati i materiali e le parti del prodotto a fine vita; – consumi energetici derivanti da ogni operazione di disassemblaggio. Non sono fornite ulteriori informazioni sul tipo di dati contenuto nel database.

INFORMAZIONI GENERALI	**DFM – Design For Manufacturing**	
1 **SVILUPPATO DA**	**Boothroyd Deswhurst Inc.- BDI**	
2 **PRODOTTO E DISTRIBUITO DA**	IN USA: **Boothroyd Deswhurst Inc.- BDI** 138 Main Street Wakefield - R.I. 02879 – United States Phone: +1 401 783 5840 Fax: +1 401 783 6872 E-mail: info@dfma.com Website: www.dfma.com	IN EUROPA: **Design IV partnership** PO Box 194 Hereford Herefordshire - HR2 0YG - United Kingdom Phone: +44 1981 550 400 Fax: +44 8700 516 506 E-mail: sales@design-iv.com Website: www.design-iv.com
3 **VERSIONE IN COMMERCIO**	• **Versione 2.1.1.149** • **Versione demo:** consultabile online sui siti: www.dfma.com oppure www.design-iv.com	
4 **SISTEMA HARDWARE**	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium III, con 128 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 95 e successive versioni • **Spazio occupato:** 150 MB	
5 **STRUTTURA DEL SOFTWARE**	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • **Il software è fornito come singolo programma;** • **Interfaccia con altri programmi.** Il software lavora sinergicamente con un altro software *Design For Assembly* anch'esso prodotto dalla Boothroyd Deswhurst Inc. Inoltre le informazioni relative alla conformazioni geometrica e volumetrica del prodotto possono essere importati da modelli e disegni di AutoCad. • Al suo interno è contenuto **un database relativo;** • **Grafica a finestre e menu.**	
6 **BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dai siti: www.dfma.com oppure www.design-iv.com • Versione demo visualizzabile on-line sul sito; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali,* Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999.	

DFM – Design For Manufacturing	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**SISTEMI DI PROCESSI TECNOLOGICI impiegati per la realizzazione dei componenti di un prodotto.**
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL – DFMA, Design For Manufacturing and Assembly, SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il *DFM Concurrent Costing* è un software che consente di realizzare una stima preventiva dei costi di fabbricazione di un componente costituente un prodotto, realizzata mediante le seguenti tecnologie: pressofusione, fusione a cera persa, fusione in terra, iniezione in resina, termoformatura, estrusione plastica, soffiatura, Structural Foam Molding, stampaggio a caldo e sinterizzazione. Si tratta di uno strumento sistematico che consente ai tecnici di stimare i costi di fabbricazione sin dalle prime fasi dello sviluppo prodotto, quando è disponibile la geometria del componente analizzato. Tramite questo strumento i tecnici e gli ingegneri di produzione, che tendono ad impiegare esclusivamente tecnologie a loro familiari, perché in alcuni casi non hanno una conoscenza dettagliata su tutti i processi di formatura, sono così incoraggiati a valutare materiali e processi alternativi per progettare prodotti che siano economici da realizzare, quantificando i costi di fabbricazione legati alle diverse soluzioni progettuali per decidere quale sarà la migliore. In pratica questo software consente di: – confrontare rapidamente le diverse soluzioni tecnologiche per la fabbricazione ottimale del componente; – valutare velocemente le implicazioni sui costi legati alla variazione della geometria o dimensione del componente. Tramite questo strumento è possibile simulare l'uso di materiali e processi formativi alternativi; – ridurre i tempi di introduzione sul mercato, perché agevola la collaborazione tra tecnici, progettisti, personale del marketing, amministrazione e acquisti dell'azienda – incrementare la qualità di prodotti esistenti; – valutare le offerte di fornitori confrontandole con i risultati del software e di preparare delle offerte per la commissione di lavori a terzi. Questo strumento software si inserisce molto bene in contesti produttivi in cui sono stati adottati approcci metodologici come il Concurrent Engineering, dove si favorisce la progettazione del prodotto in maniera simultanea dai diversi attori coinvolti, allo scopo di perseguire una migliore efficienza produttiva e qualitativa. Per questo motivo, il software può lavorare sinergicamente con il software Design For Assembly – DFA, completandolo. Tramite il software di DFA si analizzano i costi di assemblaggio per migliorare la progettazione del prodotto, mentre con il DFM si possono valutare rapidamente i costi di realizzazione dei diversi sistemi tecnologici necessari per ogni soluzione progettuale, confrontandoli con quelli impiegati attualmente. Il loro impiego integrato fornisce un quadro globale dei costi, su cui pianificare e decidere nel modo migliore una riduzione dei costi su tutto il ciclo di industrializzazione. Il DFM, come gli strumenti simili a questo, non trova un diretto riscontro nella tematica ambientale, e quindi, per il momento, non prevede tra i suoi scopi anche la possibilità di valutare le conseguenze ambientali relative all'adozione di una piuttosto che un'altra tecnologia di trasformazione del materiale scelto per la realizzazione del componente.
DATA INPUT	Operativamente l'analisi con il DFM Concurrent Costing software inizia con l'immissione nel *Process Chart* delle informazioni di base come nome e numero di codice del componente, volume di produzione complessivo, forma e dimensioni del componente. Durante l'analisi il software fornisce una serie di indicazioni sulla compatibilità, incompatibilità o scarsa redditività tra vari processi e materiali. Questa operazioni è agevolata dall'assistenza di help in linea.

DATA OUTPUT	Una volta selezionati il materiale ed i processi tecnologici, il *Response Panel* mostra i valori di default impiegati per elaborare una prima stima approssimativa dei costi. Personalizzando tali valori (volume del pezzo, tolleranza, produttività della macchina, ecc.) e dettagliando la geometria del componente si può ottenere successivamente una stima accurata di questi costi. La geometria del componente può essere calcolata impiegando il *Geometry Calculator* del sistema o può essere direttamente importata da un modello CAD esistente. Il sistema evidenza tutte le attività e i processi coinvolti per la fabbricazione di un componente, fornendo un'analisi approfondita dei costi comprensiva anche delle operazioni secondarie di finitura varia (trattamenti termici, superficiali, ecc.).
VALUTAZIONE ECONOMICA	All'interno dello stesso file è possibile salvare numerose analisi e confrontarle tra loro, tramite diagrammi e tabelle. Inoltre tra gli output del sistema è anche possibile ricorrere al *Cost Reduction Report*, che scompone il costo totale del prodotto nei contributi più significativi e serve per individuare le opportunità di ottimizzazione ed eliminazione dei costi non necessari.
CICLO DI VITA	Tramite questo strumento è possibile focalizzarsi solo sulla fase di produzione e nello specifico sui processi produttivi e le relative tecnologie impiegate per la produzione dei diversi componenti. Purtroppo questo strumento non prende in considerazione anche le implicazioni ambientali conseguenti alla scelta di un materiale o tecnologia di trasformazione durante la fase di fabbricazione del componente o durante le altre fasi del suo ciclo di vita.
UTENZA TIPO	Il software può essere impiegato da **ingegneri di produzione e tecnici di aziende di diversi settori**, che possono redigere una stima dei costi di produzione sin dalle prime fasi progettuali non appena è disponibile la geometria del componente. Il suo impiego agevola la collaborazione tra le diverse figure professionali coinvolte durante il processo di sviluppo di un nuovo prodotto.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa**. Il software è stato studiato e strutturato per essere impiegato agevolmente ed efficacemente in breve tempo dalle diverse tipologie di aziende. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** DFM software è stato pensato per essere impiegato **durante l'intero processo progettuale** per quantificare e valutare sistematicamente le nuove soluzioni. Una volta che sia stata definita la geometria del componente, questo strumento fornisce stime approssimative su cui basare la scelta della tecnologia e del materiale migliore con cui realizzare il componente. Inoltre consente nelle successive **fasi di Engineering** di approfondire l'analisi dei diversi processi di produzione scelti, fornendo delle stime che possono anche essere esportate nel software DFA.
DATABASE	All'interno del software sono raccolte in un suo database interno, tutte le informazioni e i diagrammi necessari sui diversi processi di formatura. Non sono fornite ulteriori informazioni sul tipo di dati contenuto nel database.

INFORMAZIONI GENERALI	**EcoInvent**
1 SVILUPPATO DA	**SWISS CENTRE FOR LIFE CYCLE INVETORIES – A JOINT INITIATIVE OF THE ETH DOMAIN AND SWISS FEDERAL OFFICES** EMPA P.O.Box CH-8600 Dübendor - Switzerland E-mail: esu-services@ecoinvent.ch Website: www.ecoinvent.ch
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**PRÉ CONSULTANTS** Plotterweg 12 3821 BB Amersfoort - Netherlands Phone:+31 (0) 33 4555022 Fax: +31 (0) 33 4555024 E-mail: info@pre.nl Website: www.pre.nl
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1.2.** Inclusa nel pacchetto software SimaPrò 6.0. In funzione delle diverse versioni disponibili del software SimaPrò è così possibile acquistare diversi formati del database EcoInvent, professional o educational, in versione single user o multiuser. • **Versione demo:** non disponibile
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC o Macintosh/Unix computer usando il software Windows emulation • **Processore:** Pentium IV, CPU di velocità minima 2.0 GHz, con 512 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 98, Windows ME, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows 2003 server and Windows XP • **Spazio occupato** 1 GB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI** • Il database EcoInvent è fornito come **programma software incluso nel pacchetto SimaPrò 6.0** o come singolo programma, con una propria licenza liberamente acquistabile, nel caso di aggiornamento di vecchie versioni del software SimaPrò • **Interfaccia con altri programmi**. Interfaccia direttamente con il software SimaPrò. Tutti i dati compresi al suo interno sono elaborati nel formato *EcoSpold Data Exchange Format* e questo permette tramite la funzionalità di *SPOLD import/export Interface* di importare ed esportare i dati da e verso altri programmi di calcolo. • **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ecoinvent.ch e dal sito www.pre.nl **;** • ALTHAUS, Hans-Jorg, (et Alii), *EcoInvent. Overview and Methodology*, EcoInvent Report n°1, ESU Service, Dubendorf, Switzerland, June 2004; • FRISCHKNECHT, Rolf, (et Alii), *EcoInvent. Code of Practice*, EcoInvent Report n°2, ESU Service, Dubendorf, Switzerland, June 2004;

EcoInvent	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**MATERIALI, PROCESSI energetici e tecnologici relativi al ciclo di vita del prodotto/processo**
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - SELECTION MATERIALS SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	EcoInvent è un database centrale sviluppato da diversi istituti e organizzazioni, che riunisce al suo interno i i dati di inventario contenuti in diversi database esistenti. Il suo scopo è quello di formare un unico LCI database in cui i dati, uniformati, affidabili, trasparenti, completi e di alta qualità possono essere aggiornati costantemente, necessità che va ben al di là delle capacità di un singolo istituto. In questo modo sono disponibili set di dati inerenti i processi e i materiali coinvolti in diversi settori, che possono essere facilmente acquisiti ed impiegabili in un'analisi di LCA, rendendola credibile ed affidabile. Il database è composto da un database centrale in cui sono contenuti risultati di inventario relativi i sistemi energetici, i sistemi di trasporto, i sistemi di trattamento rifiuti, i materiali da costruzione, agenti chimici e detergenti, carta e agricoltura. Inoltre sono contenute al suo interno alcune librerie che riportano i valori relativi ai seguenti metodi di valutazione. Swiss Ecological Scarcity 1997,Eco-indicator 99 o CML characterisation scheme 2001, anche se raramente in EcoInvent sono contenuti risultati relativi a queste valutazioni, limitandosi a dei dati in inventario affidabili ed uniformati. Questo database, collocato su un server, è accessibile via Internet dai diversi istituti, che così possono sia esportare dati che importarne di nuovi. Lo scambio corretto dei dati è garantito da un programma editor (EcoEditor), che consente di tradurre i dati in genere elaborati in MS-EXCEL, in formato EcoSpold XML, per permettere una loro visualizzazione e condivisione in rete. Tramite l'editor infatti vengono generati una serie di file in formato EcoSpold che possono essere aggiunti al database.
DATA INPUT	Il database può essere consultato liberamente oppure è possibile ricorrere allo strumento delle Query che permettono di interrogare il database e di scaricare solo i dati relativi ad uno specifico campo, come quelli relativi ad uno specifico settore economico o quelli elaborati solo da alcuni istituti.
DATA OUTPUT	Il database fornisce solo dati d'inventario ovvero dei set di dati inerenti i processi e i materiali coinvolti in diversi settori merceologici.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non vengono fornite analisi o considerazioni di tipo economico relative alle operazioni unitarie per le quali si possono avere solo dati d'inventario.

CICLO DI VITA	La descrizione delle unit process o dei risultati derivanti dall'analisi di inventario analizzano attentamente le diverse attività che prevedono il consumo di risorse o le emissioni di sostanze durante le diverse fasi del ciclo di vita. Per cui, in maniera strettamente dettagliata analizzano l'intero ciclo di vita del prodotto o del servizio indagato.
UTENZA TIPO	Il database è stato sviluppato per essere impiegato da **utenti esperti**, non solo delle tematiche ambientali, ma anche della metodologia LCA, quali esperti di LCA ed esecutori di analisi complete. L'accesso al database centrale in Internet, per l'importazione di dati è infatti ristretta solo a coloro che lavorano a questo progetto congiunto di database uniformato, mentre un esportazione dei dati, oltre che agli enti associati, viene anche rilasciata come aggiornamento a tutti coloro che hanno acquistato il software SimaPrò, che si basa proprio sull'uso di questo database.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-alta.** Se considerato annesso al software SimaPrò può essere impiegato per la definizione dei dati di background che non richiedono una rilevazione sul sito delle specifiche attività coinvolte per quel preciso prodotto o servizio indagato. Il suo impiego in questo caso può essere facilitato dall'uso di nel online, che guidano l'utente nella corretta compilazione delle tavole di inventario. – **PRODUCT DESIGN PROCESS**. Può essere molto utile durante la **fase di Engineering,** durante la quale si svolgono delle dettagliate analisi di LCA del prodotto considerato.
DATABASE	EcoInvent è un database informatizzato che contiene dati aggiornati di Life Cycle Inventory per 2500 e più processi, relativi ai seguenti settori: energia, trasporti, materiali da costruzione, chimica, agenti di lavaggio, carta e cartone, agricoltura e gestione rifiuti. Al suo interno sono infatti raccolti dati relativi a precedenti banche dati, come: – ETH-ESU 96: energia. Conversioni in elettricità con i relativi processi di produzione, trasporto e dismissione; – BUWAL 250: materiali per il packaging (carta, catone, plastica, vetro, alluminio e sottili lastre di acciaio) con i relativi consumi ed emissioni relativi ad energia, trasporti e trattamenti di dismissione; – Dutch Input-Output Database: – US Input Output database: – Industry data: dati di inventario forniti da specifiche associazioni industriali; – IDEMAT 2001: materiali di ingegneria (metalli, leghe, plastica e legno) con relative indicazioni energetico-ambientali; – Franklin US LCI database: dati di inventario del nord America per energia, trasporti, acciaio, plastiche e processi. – Data Archive: materiali, energia, trasporti, processi, trattamenti di dismissione; – Dutch Concrete database: dati olandesi relativi a tutti gli aspetti della produzione ed uso del cemento; – IVAM: materiali, trasporti, energia e trattamenti di dismissione molti focalizzati su dati olandesi; – FEFCO: dati europei sulla produzione del cartone corrugato I dati disponibili, in questo database, sono espressi come: - *unit process*: sono descritti in dettaglio tutti gli input e gli output di un processo. Di questi vengono evidenziati i collegamenti con altri processi e i dati incerti vengono trattati con le simulazioni del metodo Montecarlo. In questo caso il tempo per il calcolo totale può essere molto lungo; - *system process*: in questo caso vengono rappresentati i risultati d'inventario espressi solo come input di materie prime ed emissioni. Questi dati non hanno collegamenti con altri processi e non contengono informazioni incerte. In questo modo i processi possono essere impiegati per veloci calcoli dove non sono necessarie informazioni dettagliate; - *elementary flow*: sono i flussi elementari di risorse e inquinanti registrati nel database con la definizioni fornite dal gruppo di lavoro SETAC "Data availability and data quality". Tutti i flussi sono identificati da un nome, dalla loro unità di riferimento, e sono classificati secondo 4 categorie: acqua, aria, terra e risorse. Le prime tre indicano i contesti in cui sono rilasciate le emissioni inquinanti, mentre la categoria risorse è impiegata per tutti i tipi di consumi di risorse. A loro volta queste categorie di distinguono ulteriormente in sottocategorie, per esempio acqua del sottosuolo, di oceano di lago, ecc. o per l'arco temporale come le emissioni in aria per un lungo, medio o breve termine.

	Per tutti i dati relativi a prodotti o servizi indagati riportati, sono sempre riportate le reference, l'arco temporale in cui sono stati raccolti e registrati, il contesto geografico da cui sono stati tratti, e l'impiego di mix energetici caratteristici dei diversi paesi per la produzione dell'energia elettrica. Questi spesso sono rappresentati come una media delle più comuni tecnologie impiegate e non prevedono limiti temporali, prendendo in considerazione le emissioni del passato (per la costruzione delle infrastrutture), del presente (per la produzione di un prodotto) o del futuro (relative ai loro trattamenti di dismissione). All'interno del database sono presenti diversi fattori di allocazione, nel caso per esempio di processi con multi-output, cioè che emettono prodotti eco-prodotti per usi diversi.

INFORMAZIONI GENERALI	**Eco-iT**
1 SVILUPPATO DA	**PRÉ PRODUCT ECOLOGY CONSULTANTS**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**PRÉ CONSULTANTS** Plotterweg 12 3821 BB Amersfoort - Netherlands Phone:+31 (0) 33 4555022 Fax: +31 (0) 33 4555024 E-mail: info@pre.nl Website: www.pre.nl
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1.3**, acquistabile direttamente on-line • **Versione demo**, scaricabile direttamente dal sito www.pre.nl/eco-it.html
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium con 8 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 95 • **Spazio occupato** 1,5 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma**. • **Interfaccia con altri programmi**. Eco-it interfaccia direttamente con un altro software **Eco-edit**,(anche questo prodotto dalla Pré Consultants) che permette di modificare il database annesso e consente di aggiungere e creare un database personalizzato e indirettamente, e proprio tramite Eco-edit, Eco-it si interfaccia con il software SimaPrò. Con il SimaPrò, è infatti possibile calcolare singoli valori in Eco-Indicator, che poi tramite Eco-edit potranno essere importati in Eco-it. • **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito http://www.pre.nl/eco-it/default.htm ; Versione demo scaricato dal sito; • GOEDKOOP, Mark, (et Alii), *Eco-indicator 99. Manual for Designers. A damage oriented method for life Cycle Impact Assessment,* Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2000; • PRÉ CONSULTANTS, *ECO-it. Guide to Using***,** Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2000; • PRÉ CONSULTANTS, *ECO-edit. Manual,* Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2000; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999.

Eco-iT	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**PRODOTTO INDUSTRIALE, SISTEMA-PRODOTTO**
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - ABRIDGED LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	**Eco-it (Eco-indicator Tool)** è uno strumento rapido e veloce che permette di modellare e rappresentare un prodotto e il suo ciclo di vita in pochi minuti e di valutarne il suo carico ambientale. Utile durante la fase di design, come strumento per la misurazione delle performance ambientali del prodotto, Eco-it adotta i valori in Eco-indicator per esprimere con un singolo punteggio la serietà dei carichi ambientali di un processo o di un materiale, basandosi sul principio che ad un punteggio maggiore corrisponde una maggiore serietà di impatto. I valori in Eco-indicator, raccolti nel database annesso, sono calcolati usando l'omonima metodologia, che è basata sui principi della Life Cycle Assessment.
DATA INPUT	La procedura di calcolo e valutazione, si basa su cinque passaggi principali: – descrizione dei propositi dell'analisi: durante il quale viene descritto il prodotto e le sue parti. Si stabilisce se viene svolta l'analisi di un singolo prodotto o una comparazione tra prodotti simili e si stabilisce il livello di accuratezza dell'analisi; – delineazione del ciclo di vita: vengono descritte tre fasi principali del ciclo di vita: produzione, uso e dismissione. La descrizione del prodotto e di queste tre fasi, viene automaticamente trasformata dal software in un grafico ad albero. – Quantificazione di materiali e processi: viene fissata l'unità funzionale del prodotto,sulla base della quale verranno quantificati nella successiva fase i processi e i materiali principali descritti nel grafico ad albero del ciclo di vita. L'unità funzionale è particolarmente importante nel caso di comparazione di più prodotti. – Inserimento dei dati: vengono specificate le quantità di materiali e processi che sono coinvolti per la costruzione delle sue parti durante la sua fase di uso, l'energia impiegata, i trasporti e i prodotti addizionali impiegati durante la fase d'uso, e i materiali e gli scenari di fine vita a cui sono destinati durante la fase di dismissione. I dati inerenti materiali, processi, energia e trasporti vengono forniti e sono selezionabili direttamente dal database annesso, dove per ognuno dei dati selezionati è disponibile una valutazione Eco-indicator espressa in mPt, unità di misura degli Eco-indicator. – In questo modo il software fornirà automaticamente la loro valutazione in Eco-indicator e tradurrà i dati immessi e selezionati in blocchi precostituiti (Building Block) che modellano graficamente il ciclo di vita del prodotto come una struttura ad albero, evidenziandone collegamenti e carichi ambientali di ogni step considerato e ne fornirà una veloce valutazione. – Interpretazione dei risultati: il software una volta svolte le operazioni precedenti, fornisce un'immediata valutazione delle performance ambientali del prodotto, espressa con la somma dei valori in Eco-indicator delle diverse parti e processi coinvolti.
DATA OUTPUT	Inseriti tutti i dati di input il software fornirà automaticamente la loro valutazione in Eco-indicator e tradurrà i dati immessi e selezionati in blocchi precostituiti (Building Block) che modellano graficamente il ciclo di vita del prodotto come una struttura ad albero, evidenziandone collegamenti e carichi ambientali di ogni step considerato e ne fornirà una veloce valutazione. Il software una volta svolte le operazioni precedenti, fornisce un'immediata valutazione delle performance ambientali del prodotto, espressa con la somma dei valori in Eco-indicator delle diverse parti e processi coinvolti. I risultati della valutazione possono essere espressi come grafici a barre o a torta, che permetteranno di evidenziare quali sono le parti o fasi del ciclo di vita del prodotto sono maggiormente impattanti e per questo andranno approfondite accuratamente in fase progettuale.

VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative al ciclo di vita dell'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	L'analisi dell'oggetto di studio, il sistema-prodotto, (sistema prodotto o prodotto-servizio), descritto in tutte le sue parti e componenti, durante tre principali fasi: – Production phase: dove viene descritta la struttura del prodotto in tutte le sue parti e sottoparti, per ognuna delle quali verranno specificati materiali e processi coinvolti direttamente selezionabili dal database annesso al software. – Use phase: durante questa fase non vengono indicati materiali e processi impiegati, ma dal database sono reperibili solo dati inerenti all'energia e ai trasporti coinvolti. Nel caso vengano impiegati materiali questi verranno assunti come prodotti addizionali con un loro ciclo di vita e un loro relativo carico ambientale. – Disposal phase: durante questa fase viene specificato lo scenario di dismissione a cui sarà destinato il prodotto, una volta terminata la sua vita utile. Qui è possibile scegliere tra tre scenari di fine vita semplici come: inserimento, discarica o riciclaggio o tra due scenari che sono la combinazione dei primi tre: raccolta differenziata (household waste) o sistema di raccolta rifiuti locale (municipal waste). Durante questa fase viene visualizzato una struttura ad albero simile a quella relativa alla fase di distribuzione, ma in relazione a questa fase vengono descritti solo i materiali con i loro relativi scenari di fine vita, escludendo energia, trasporti e processi. La fase di pre-produzione con tutti i carichi ambientali a monte della fase di produzione, viene automaticamente inclusa nel punteggio fornito dall'Eco-indicator, ma non è possibile averne una descrizione ed una valutazione dettagliata.
UTENZA TIPO	**Il software è stato sviluppato per essere impiegato dai:** – designer del prodotto – progettisti del packaging Figure professionali con una scarsa conoscenza delle tematiche ambientali, che spesso durante la fase progettuale, non possono essere supportati da esperti ambientali, per ragioni di tempo e denaro.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: bassa,** studiato per agevolare l'utente poco esperto nel compiere delle veloci valutazioni ambientali del prodotto, coerenti con la metodologia LCA, in modo corretto. – **PRODUCT DESIGN PROCESS**: la veloce valutazione delle fasi del ciclo vita del componente, espressa come singolo punteggio in Eco-indicator, è molto utile durante la fase **la fase di Concept Design**, ma durante le altre fasi (Metaprogetto, Design process ed Engineering), come specificato anche nella guida del software, è preferibile ricorrere a dettagliate analisi di LCA.
DATABASE	Il software è fornito con un database di 200 Eco-indicator 99, organizzati e classificati secondo 4 categorie principali: materiali, energia, trasporti e processi. All'interno di questo sono infatti riportate le valutazioni in Eco-indicator dei principali e più comuni materiali, come metalli, plastica, carta, cartone e vetro, come pure ai principali processi coinvolti nelle fasi di produzione, trasporto e fine vita. I valori in Eco-indicator esprimono con un singolo punteggio il carico ambientale di materiali e processi, calcolato in accordo con la metodologia LCA. Questi valori sono calcolati sulla base della stessa metodologia degli Eco-indicator, che è un metodo di valutazione "damage oriented" degli impatti in un'analisi di LCA. Questo sistema, a differenza degli altri che hanno un approccio bottom-up, adotta invece per la valutazione un approccio top-down. Questo significa che invece di tradurre i dati di inventario in dieci o più voci ambientali astratte (esaurimento dello strato di ozono, effetto serra, acidificazione, eutrofizzazione, ecc.), questo sistema individua tre principali classi di danno: quelli alla salute umana, alla qualità dell'ecosistema e alle risorse minerali e fossili, ai quali vengono ricollegati i principali effetti ambientali.

INFORMAZIONI GENERALI	**EcoScan Dare**
1 SVILUPPATO DA	**TNO Industrial Technology**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**TNO Industrial Technology** Postal Address: P.O. Box 6235 5600 HE Eindhoven - Netherlands Phone:+31 40 265 08 42 Fax: +31 40 265 03 05 E-mail: www.ind.tno.nl/en/index.html Website: ecoscan@ind.tno.nl
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 2.0**, anche se il software al momento non è ancora commercialmente disponibile • **Versione demo:** non disponibile.
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** non specificato • **Processore:** non specificato • **Sistema operativo:** non specificato • **Spazio occupato:** non specificato
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO;** • **Il software è ancora in fase di sviluppo.** • **Interfaccia con altri programmi.** I risultati elaborati con il software, possono essere esportati in *Ecoscan Life* per valutare gli impatti ambientali lungo il ciclo di vita del prodotto. • **Il software contiene al suo interno un database** ed una serie di librerie, da cui poter attingere i dati. • **Grafica a finestre e menu.**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ind.tno.nl/en/product/ecoscan/index.html

EcoScan Dare

INFORMAZIONI SPECIFICHE

OGGETTO DI ANALISI	**PRODOTTO, come apparecchiature elettriche o elettroniche e automobili, giunte a FINE VITA.**
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - DFD, Design For Disassembly, SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Ecoscan Dare (*Disassembly And REcycling)* è uno strumento software sviluppato con lo scopo di valutare il grado di riciclabilità di un prodotto. Tramite il suo impiego i designer e i progettisti possono svolgere una veloce e semplice analisi del grado di riciclabilità del prodotto.
DATA INPUT	L'analisi parte con l'introduzione dei dati relativi al prodotto, come: – le informazioni sulla sua struttura, specificandone parti e materiali; – informazioni inerenti il suo disassemblaggio, definendo le parti che saranno disassemblate e i passaggi di tale disassemblaggio, specificando l'influenza sul riciclaggio meccanico delle connessioni tra le varie parti; – la selezione dei più probabili scenari di fine vita a cui saranno condotte le varie parti, scegliendo tra riciclaggio o discarica.
DATA OUTPUT	Sulla base di questi input il software calcola il grado di riciclabilità del prodotto, fornendone una valutazione basata sui costi e ricavi del riciclaggio, il volume del materiale da trattare e gli effetti ambientali conseguenti ai diversi scenari. In questo modo il livello di disassemblaggio da raggiungere e ottimizzare sarà dato in funzione dei costi, della quantità di materiale riciclato e degli effetti ambientali conseguenti alle diverse opzioni di trattamento. Con i risultati forniti dall'analisi, il designer può quindi facilmente identificare i punti critici e le possibili opzioni di miglioramento o stabilire degli standard di prodotto da raggiungere con delle operazioni di benchmark. I risultati, espressi sia tabelle che come grafici, possono essere esportati nel software *Ecoscan Life*, anch'esso prodotto dalla TNO Industrial Technology, per valutare gli impatti ambientali lungo l'intero ciclo di vita del prodotto indagato.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Viene fornita anche una valutazione dei costi e dei benefici economici derivanti dal riciclaggio di parte del prodotto.
CICLO DI VITA	Il software è stato studiato per migliorare le performance ambientali del prodotto durante la fase di fine vita. In ogni caso se i risultati ricavati da questa analisi vengono impiegati all'interno del software Ecoscan Life, contribuisce a valutare il ciclo di vita del prodotto stesso. In un certo senso può essere considerato come un software che approfondisce la valutazione della fase di disassemblaggio e delle diverse strategie possibili.
UTENZA TIPO	**Designer e manager** interni all'azienda anche con una scarsa conoscenza dei temi trattati con questo strumento.

UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Studiato apposta per agevolare gli utenti poco esperti di queste tematiche ad una veloce analisi del grado di disassemblaggio e riciclabilità del prodotto. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** Questo software, può essere molto utile durante la fase progettuale di **Concept e Product Design**.
DATABASE	Il software comprende al suo interno un database, facile da personalizzare ed estendere in funzione delle esigenze. Inoltre è predisposto con apposite librerie, dalle quali poter trarre utili informazioni sui componenti comunemente più impiegati e sullo stato dell'arte dei trattamenti di fine vita e riciclaggio possibili. Non sono fornite ulteriori informazioni sul tipo di dati contenuto nel database.

INFORMAZIONI GENERALI	EcoScan Life
1 SVILUPPATO DA	**TNO Industrial Technology**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**TNO Industrial Technology** Postal Address: P.O. Box 6235 5600 HE Eindhoven - Netherlands Phone:+31 40 265 08 42 Fax: +31 40 265 03 05 E-mail: www.ind.tno.nl/en/index.html Website: ecoscan@ind.tno.nl
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 3.1**, disponibile in formato single e multiuser. • **Versione demo,** scaricabile direttamente dal sito. www.ind.tno.nl/en/product/ecoscan/index.html
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium I, CPU di velocità minima 100 MHz, con 8 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 98 e successive versioni (ME,NT,XP) • **Spazio occupato** 8 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma**, contenente al suo interno diversi sottoprogrammi che assicurano la funzionalità delle diverse operazioni di calcolo possibili. • **Interfaccia con altri programmi.** I risultati elaborati con il software, grafici e tabelle possono essere tranquillamente esportati in altre applicazioni Window. Inoltre il software si interfaccia con il software EcoScan Dare, *Disassembly And REcycling* • Il software contiene al suo interno due bancadati pronte all'uso, EcoScan '04 + EEEequip (*Electrical and Electorinc Equipment*), integrabili dall'utente con propri dati specifici. • **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ind.tno.nl/en/product/ecoscan/index.html; • Versione demo del software scaricata direttamente dal sito; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999; • GOEDKOOP, Mark, (et Alii), *Eco-indicator 99. Manual for Designers. A damage oriented method for life Cycle Impact Assessment,* Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2000;

EcoScan Life	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**SISTEMA-PRODOTTO**, cioè tutti i tipi di prodotto e i conseguenti processi necessari per ottenerlo, lungo il suo intero ciclo di vita.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - ABRIDGED LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software è stato sviluppato per compiere delle veloci e facili analisi degli impatti ambientali di un prodotto, sulla base della metodologia di Life Cycle Assessment (LCA), da parte di utenti poco esperti della metodologia stessa. È infatti possibile con questo software analizzare il completo ciclo di vita del prodotto e valutare sia il totale degli impatti relativi ai processi ed ai materiali coinvolti nel ciclo di vita del sistema-prodotto, che i conseguenti costi ambientali. La valutazione ambientale è fornita in Eco-points o milliponts, calcolati sulla base della metodologia degli Eco-indicator'99, sistema di valutazione che consente di riassumere con un singolo punteggio l'impatto ambientale di uno specifico processo o materiale, utile durante la fase di progettazione.
DATA INPUT	Operativamente l'utente, oltre ad avere una buona conoscenza del prodotto e di tutte le sue parti, deve semplicemente compilare delle schede informative (*PLC Form*), relative ai diversi materiali e processi coinvolti lungo le diverse fasi del ciclo di vita del prodotto e il software automaticamente fornirà una loro valutazione in Eco-indicator, cioè con un singolo valore numerico, che facile da comprendere anche nel caso di utenti poco esperti. Per la compilazione delle *PLC Form*, l'utente può trarre i dati direttamente dai database annessi al software e può scegliere se lavorare con il sistema di misura internazionale SI o con quello *americano US units*. Durante questa operazione l'utente avrà a disposizione una serie di funzionalità, dette *Wizard,* che lo agevoleranno nella compilazione delle PLC Form, assistendolo per esempio nella definizione del quantitativo energetico necessario per la fase d'uso (*consumption winzard*), nella valutazione dei consumi energetici che intervengono durante la fase di trasporto (*transportation winzard),* e nel calcolo delle caratteristiche fisiche come il peso, il volume o la superficie delle diverse parti *(shape wizard).*
DATA OUTPUT	Compilate le *PLC form* il software fornisce automaticamente la valutazione del prodotto, basandosi sul sistema degli Eco-indicator. La valutazione, che potrà essere focalizzato sul singolo prodotto o sul confronto tra due o prodotti con la medesima funzione, e potrà essere – estesa all'intero ciclo di vita, agevolando così l'identificazione della fase del ciclo di vita più critica; – limitata ad una sola fase del ciclo vita, individuando quali parti del prodotto sono le più critiche necessitano quindi di miglioramenti; – concentrata su una sola parte del prodotto, identificando quali materiali e processi coinvolti sono maggiormente impattanti. I risultati sono espressi secondo diverse tipologie di grafici: a barre, a torta, ecc., con il relativo valore numerico riferito al parametro di valutazione prescelto (costo, peso, Eco-indicator) o come diagramma del ciclo di vita. EcoScan Life può essere configurato facilmente in funzione delle proprie esigenze, aggiungendo ulteriori PLC Form, riferiti per esempio alla fase di distribuzione o ai prodotti accessori impiegati dal prodotto analizzato, decidendo quale scenari di dismissione e quali metodi di valutazione impiegare. Parametri facilmente cambiabili in funzione dell'analisi condotta.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Oltre ad una valutazione in Eco-indicator, il software da una anche una valutazione dei costi collegati ai diversi materiali e processi coinvolti.

CICLO DI VITA

Il software consente di compiere un'analisi degli impatti ambientali legati ad un prodotto, che copre il suo intero ciclo di vita.

Il prodotto analizzato, viene descritto nelle sue fasi con la compilazione delle tre PLC Form di default, riferite alle fasi di:

- production: qui il prodotto viene considerato come un assemblato di parti, per ognuna delle quali dovranno essere specificate i materiali e i processi necessari per ottenerle. In questo modo il software visualizzerà automaticamente come una struttura gerarchica ad albero, evidenziando tutte le relazioni che legano le diverse parti e fornendo una valutazione in Eco-indicator, che terrà conto dei valori ed impatti che stanno a monte dei processi di produzione, cioè relativi alle fasi di pro-produzione.
- usage: qui viene fissata l'unità funzionale del prodotto in funzione della quale vengono quantificati il quantitativo energetico necessario per il suo corretto funzionamento e il numero di prodotti accessori consumati in questo momento (per esempio in una macchinetta del caffé quale numero di filtri viene consumato);
- disposal: qui per tutti i materiali costituenti il prodotto (ad esclusione ovviamente dei processi e dei consumi energetici) sarà possibile scegliere tra diversi scenari di dismissione, come: riciclaggio, incenerimento, rifiuti urbani e domestici e discarica. Inoltre in questa sezione l'utente potrà scegliere di ricorrere alla funzione "*automatic disposal mode",* tramite la quale sono fornite automaticamente le modalità di dismissione più probabili per le diverse parti del prodotto e le loro relative quantità.

Infine è possibile aggiungere nuovi *PLC form*, settati per esempio la fase di distribuzione o per valutare l'impatto di prodotti accessori impiegati dal prodotto analizzato (per esempio il packaging ed i suoi materiali).
Con il software non viene analizzata dettagliatamente la fase di pre-produzione, che però viene tenuta in considerazione nei valori in Eco-indicator riportati per la fase di produzione.

UTENZA TIPO

Il software è stato sviluppato per essere impiegato da **manager, designer e progettisti**, con lo scopo di facilitarli nella valutazione delle performance ambientali del prodotto in fase di progetto. Il ricorso al procedimento di valutazione analitica, basato sul sistema degli Eco-indicator, non richiede all'utente una conoscenza approfondita della metodologia LCA.

UTILITÀ

- **Difficoltà di impiego: bassa,** perché pensato per semplificare lo sviluppo di prodotti sostenibili e per essere impiegato da un utenza poco esperta nelle tematiche ambientali.

- **PRODUCT DESIGN PROCESS**. L'utilità di questo strumento si colloca principalmente durante le fasi di **Concept Product e Design Product,** cioè durante le fasi di progettazione vere e proprie, come strumento di controllo per verificare il maniera quantitativa il soddisfacimento dei requisiti ambientali del prodotto, per valutare le sue performance ambientali, per evidenziare i suoi punti deboli e le sue criticità e per svolgere delle valutazioni comparative tra prodotti simili o tra soluzioni progettuali possibili.
  Inoltre può essere anche moto utile durante la fase metaprogettuale per agevolare lo svolgimento di operazioni di benchmarking o per la delineazione di strategie di sviluppo del prodotto sostenibili.
  D'altro canto, nel caso in cui vogliano essere condotte delle analisi più approfondite, per esempio durante la fase di Engineering, questo strumento di basa su semplificazioni troppo forti, rendendolo uno strumento approssimativo.

DATABASE

I database compresi al suo interno, EcoScan '04 e EcoScan '04 + EEEequip, comprendono una larga serie di dati inerenti i materiali e processi più impiegati.

EcoScan '04 riporta dati e informazioni relativi a dati generali, mentre EcoScan '04 + EEEequip (*Electrical and Electronic Equipment*) riporta dati inerenti i componenti elettronici. All'interno di questi database sono riportati i seguenti indicatori:

- *Eco-indicator* (EI): singoli punteggi di valutazione degli impatti ambientali, basati sul metodo Eco-indicator 99, un sistema di valutazione coerente con la metodologia LCA, sviluppato da un team di esperti internazionale;
- *Gross Energy Requirement* (GER): indicatori specifici sul tipo di energia impiegata, che tengono in considerazione sia l'energia consumata che l'energia di feedstock;
- *CO2 – equivalents*: cioè gli indicatori relativi al Global Warming Potential (GWP), basati su un periodo di 10 anni e sviluppati in accordo con l'IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

Tutti i valori riportati sono accompagnati da concise informazioni sulle fonti da cui sono stati ricavati.

Inoltre è possibile selezionare indicatori per materiali e processi specifici non compresi nel database o estendere il database con indicatori specifici come l'acidificazione o indicatori di costo, creando così un database personalizzato dati specifici di certi contesti.

	All'interno del database potranno essere salvate le valutazioni relative a prodotti o componenti, che potranno poi essere reimpiegate in altre valutazioni. Nel caso di un aggiornamento dei dati compresi database personalizzato, questi verranno automaticamente aggiornati anche in tutte le valutazioni e analisi contenute nel database che hanno impiegato questi valori. Il database può anche essere installato sul server in una rete network e potrà essere condiviso da tutti gli utenti. In questo modo sarà più semplice il suo aggiornamento ed il controllo della qualità dei dati immessi dall'utente.

INFORMAZIONI GENERALI	EDGE
1 SVILUPPATO DA	**Battelle Memorial Institute at the Pacific Northwest National Laboratory**, per conto di U.S. Department of Energy (DOE)
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	Mrs. Kim Fowler c/o **Pacific Northwest National Laboratory** P.O. Box 999 Richland, Washington 99352, USA. Phone: 509 372 4233 Fax: 509 372 4995 E-mail: kim_fowler@pnl.gov URL: http://www.pnl.gov/
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 3.1** • **Versione gratuita e completa del software** scaricabile direttamente dal sito: www.pnl.gov/doesustainabledesign
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** non specificato • **Sistema operativo:** Windows 98, Windows ME, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows 2003 server e Windows XP • **Spazio occupato**: non specificato
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma** • **Il software non si interfaccia con altri programmi software,** ma si inserisce in un più *generale Sustainable Design Program* promosso dal U.S. Department of Energy (DOE), che si propone come un metodo per garantire che la progettazione e costruzione del parco immobiliare sia energeticamente ecoefficiente, responsabile ambientalmente e salubre per il benessere dell'individuo. • Il software contiene al suo interno una banca dati qualitativa, che riporta 250 strategie-linee guida ecocompatibili che possono essere adottate durante il momento progettuale di un edificio. • **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.pnl.gov/doesustainabledesign; • Versione completa e gratuita del software, ottenuta richiedendola direttamente al Pacific Northwest National Laboratory • PETERSON, K.,L., DORSEY, J.,A., *Roadmap for Integrating Sustainable design into Site-level operations*, Pacific Northwest National Laboratory operated by a Battelle of U.S.Department of Energy (DOE), Richland, Washington (USA), March 2000, PNNL 13183 • Pacific Northwest National Laboratory, *Waste Minimization/Pollution Prevention, good practice guide GPG-FM-025A***,** Life cycle Asset Management, DOE Department of Energy, Office of Field Management, Office of Project and Fixed Asset Management, Washington, USA, December 1996.

EDGE	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**EDIFICIO, AMBIENTE COSTRUITO e INFRASTRUTTURE**, il suo impiego è estendibile anche ad un analisi dei processi e delle procedure collegate.
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - DFA, DFL e DFD Software**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	EDGE (*Environmental Design Guide for Engineers*) è uno strumento software studiato per facilitare i progettisti (architetti e ingegneri) ad includere nella progettazione dell'ambiente costruito la considerazione delle sue performance ambientali con lo scopo di ridurre i costi legati alle prestazioni ambientali del manufatto e incrementare un uso razionale di materiali ed energia. Il principio di fondo su cui si basa questo strumento è quello che molti dei costi associati al ciclo di vita dell'edificio sono determinati nelle prime fasi progettuali e che quindi la considerazione degli impatti che incorrono durante il suo ciclo di esistenza possono favorire il perseguimento di performance energetico-ambientali razionali e il controllo delle ricadute o benefici economici che legate a queste prestazioni. Al suo interno sono incluse 250 linee guida o indicazioni che possono essere adottate durante la progettazione in funzione dei diversi contesti. Ogni linea guida è supportata da esempi, figure e riferimenti bibliografici, che aiutano a valutare la sua applicabilità al progetto in corso e gli eventuali benefici che possono derivare dalla sua adozione. Una serie di criteri di selezione, consentono all'utente di individuare e focalizzarsi solo sulle linee guida effettivamente adottabili in funzione dei dati specifici del progetto, come la dimensione del progetto e la fase di progettazione in cui può essere impiegata. EDGE tramite il ricorso ad un sistema di valutazione basato sull'impiego di matrici, consente di valutare la convenienza di una linea guida sulla base di due parametri: la difficoltà che intervengono dall'inclusione nel progetto di queste soluzioni a fronte dei benefici, tradotti in costi, derivanti dall'adozione di questa soluzione. Inoltre per ogni linea guida sono fornite una serie di indicazioni sulle fasi del ciclo di vita che otterranno i maggiori benefici, quale ricaduta avranno sull'ambiente (su scala locale, regionale o globale), se per il perseguimento di questa indicazioni è necessario il ricorso a particolari tecnologie, e in tal caso è specificato se trattasi di tecnologie affermate o ancora in via di sviluppo, ecc. Il software si inserisce in un programma più generale di *Pollution Prevention and Energy Efficiency* (P2/E2) promosso dal U.S. Department of Energy (DOE) mirato alla riduzione dei costi di gestione dei rifiuti lungo l'intero ciclo di vita di un immobile e all'integrazione dei principi di progettazione sostenibile nella progettazione e panificazione dell'ambiente costruito. Questo programma è mirato a fornire una serie di strumenti, software e non, che forniscono dati e indicazioni necessarie ai progettisti affinché i principi di sostenibilità possano tradursi nel reale raggiungimento di un certo livello di qualità ambientale. Alla base di questo programma sta il principio che è possibile perseguire una riduzione della quantità di rifiuti prodotti e dei costi legati alla loro gestione e ottenere un incremento in termini di efficienza energetica lungo l'intero ciclo di vita del manufatto edilizio, se sin dalla fase progettuale viene adottato un design sostenibile. Design sostenibile, inteso in questo programma come quella progettazione capace di riconoscere che il prodotto e i suoi processi sono interdipendenti con i sistemi ambientale, sociale ed economici in cui è inserito e di conseguenza adotta delle misure preventive per la tutela di questi sistemi. Adottando un approccio di Design Sostenibile durante l'ideazione di un nuovo edificio o più in generale dell' ambiente costruito, è così possibile raggiungere delle prestazioni ambientali dell'edificio che salvaguardano questi sistemi, con il raggiungimento di una certo livello di efficienza energetica e con l'adozione di soluzioni progettuali (relative al manufatto, ai suoi processi ed impianti) ambientalmente responsabili. A questo scopo l'edificio deve essere visto come il sistema-edificio, lungo il suo intero ciclo di vita, e la sua progettazione, per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità prefissati, dovrà perseguire le seguenti strategie generali: - pianificare l'intervento in chiave sostenibile a livello di sito ed intervento urbanistico: - perseguire l'efficienza energetica;

	- preservare l'impiego di materiali e risorse energetiche; - garantire un certo livello di qualità ambientale interno, per soddisfare il benessere dell'individuo; - minimizzare il consumo di acqua; - gestire le risorse al meglio anche durante le fasi di progettazione e costruzione. Il perseguimento di queste strategie, a sua volta, comporta anche la necessità di un integrazione tra 3 livelli diversi di figure professionali e attività progettuali che vengono coinvolte durante la progettazione di un edificio e che, parallelamente, devono perseguire migliori prestazioni ambientali dell'ambiente costruito. Tre livelli di attività che sono: - la pianificazione e gestione del programma d'intervento: che deve fornire una struttura per la valutazione delle attività esistenti e attraverso un analisi delle criticità identificare le aree che meglio si prestano per l'intervento edilizio, - la pianificazione del sito interessato: che copre la gestione del sistema amministrativo e le operazioni necessarie l'installazione del cantiere e la sua gestione; - la progettazione a livello di edificio: dove si ha la progettazione dei singoli interventi. In altre parole tramite questo approccio si trasferisce anche alla progettazione di un edificio un approccio di Concurrent Engineering, già con successo adottato nel settore industriale.
DATA INPUT	Il software è invece composto da due moduli: – l'*orientation module*, dove sono fornite le informazioni fondamentali relative alle strategie suggerite e alle modalità per la loro adozione durante il momento progettuale; – l'*analysis module*, che é la parte principale di questo software, dove sono presentate le diverse soluzioni adottabili in termini di sostenibilità, strutturate come delle checklist distinte in sedici diverse categorie di requisiti e opportunità perseguibili (al cui interno sono organizzate le 250 guidelines suggerite). Ognuna di queste viene accompagnata da informazioni, che agevolano il progettista nella scelta di perseguire quella opzione come l'indicazione di quali tecnologie sono disponibili e una valutazione dei benefici derivanti dalla sua adozione, , secondo il metodo sviluppato dalla DOE. L'analisi delle diverse opportunità-soluzioni perseguibili durante la progettazione, inizia con la compilazione della apposita scheda, dove sono riportati i dati relativi al progetto, come un numero identificativo, il nome, la data di progettazione, e i dati relativi al project manager. Inoltre in questa scheda devono essere descritte e fissate le dimensioni del progetto e il tipo di progetto. Per procedere con la valutazione e la gestione delle diverse opportunità, in questa fase preliminare vengono anche selezionate tra le sedici categorie di requisiti quali di queste sono prese in considerazione per la valutazione dell'intervento, specificando chi sarà il responsabile o il riferente del team rispetto alle varie sezioni di interesse.
DATA OUTPUT	Una volta fissati quali tra le sedici categorie vengono tenute in considerazione e i dati specifici dell'intervento, il software, proponendosi uno strumento per coordinare le diverse figure professionali coinvolte nella progettazione di un edificio coerente con i criteri si sostenibilità, potrà essere consultato come una guida interattiva durante i diversi momenti progettuali per agevolarli nella valutazione della convenienza o meno di adottare una strategia. A questo scopo le informazioni e i dati relativi alle diverse soluzioni evidenziano i seguenti aspetti: – in quale fase progettuale (*applicable design phase)* è più appropriato considerare la linea guida prescelta; – in quale momento del ciclo vita (*pollution prevented in)*, si può effettivamente prevenire le maggiori emissioni inquinanti; – chi ne trarrà i maggiori benefici, *beneficiary*, se a livello di progetto (tramite dei miglioramenti nelle operazioni) a livello locale (in relazione ai rifornimenti energetici, idrici, ecc.) ad un livello regionale oppure ad un effetto globale, minimizzando le emissioni causa di effetti globali come l'esaurimento della fascia di ozono; – se è possibile ricorrere ad una particolare tecnologia per l'applicazione della linea guida consultata, oppure se si dovrà ricorrere ad una tecnologia sperimentale o infine, se non sarà necessario ricorrere a nessun accorgimento tecnologico per la sua applicazione; Inoltre ogni opportunità è accompagnata da una valutazione della convenienza o meno della sua adozione, espressa secondo una matrice di 3x3, che si basa su un analisi comparata di due parametri: la difficoltà di applicazione e gli impatti che verranno evitati. Questo sistema di valutazione sviluppato con il metodo *Pollution Prevention Opportunity Assessment, P2OA*, (sviluppato dalla DOE), consente di individuare l'opportunità che presenterà la minore difficoltà di applicazione a fronte dei maggiori impatti evitati;

VALUTAZIONE ECONOMICA	EDGE consente di valutare, oltre alle difficoltà nel perseguimento di una determinata strategia, anche i benefici o le ricadute economiche derivanti da questa scelta. Nello specifico con la matrice di valutazione che definisce la convenienza o meno del requisito selezionato, si tengono in considerazione una serie di voci e parametri, di cui se ne valuta contemporaneamente la possibilità di adozione (come *none, possibile* o *probabile*) e le ricadute economiche (*none, minor, major*). Dall'incrocio di questi due parametri si giunge ad una valutazione complessiva della convenienza derivabile dall'adozione di quella specifica linea guida, basata quindi anche su stime economiche economici.
CICLO DI VITA	Per ogni requisito analizzato, nella sua scheda informativa viene data un'indicazione di quali saranno le principali fasi del ciclo di vita dell'edificio a trarre vantaggio dall'adozione e dal perseguimento di un tale requisito. Nello specifico, le fasi che contraddistinguono il ciclo di vita e considerate nel modello software sono: - pre-produzione - *engineering/procurement,* - produzione in opera - *construction,* - installazione e collaudo impianti - *startup,* - vita utile - *normal operations,* - manutenzione - *off-normal operations* - fine vita - decommissioning;
UTENTE TIPO	Il software nasce con lo scopo di agevolare una progettazione simultanea da parte delle diverse figure professionali coinvolte a diverso livello durante la progettazione di un corpo immobiliare e di pianificare e gestire i rapporti e lo scambio di dati tra loro, in accordo anche con le procedure di Concurrent Engineering, che tra i vari strumenti include anche il ricorso ad una operazione di co-progettazione in rete. Nello specifico quindi EDGE è stato sviluppato per essere impiegato contemporaneamente dai **progettisti (architetti, ingegneri e tecnici) e dai project manager**.
UTILITÀ	– **Difficoltà d'impiego: medio-bassa.** Il software è stato sviluppato per essere impiegato agevolmente e velocemente dalle diverse tipologie di progettisti. – **PROCESS DESIGN.** Per ogni requisito presentato viene indicato quando è utile tenerlo in considerazione durante il Process Design, che nello specifico viene distinto nelle fasi di : **Engineering Study, Fuctional Design, Conceptual Design, Preliminary Design, Definitive Design, Construction**. Inoltre per ogni requisito viene anche fornita un'indicazione su quale scala o raggio di azione si hanno le principali ricadute positive derivanti dal perseguimento e adozione di tale requisito. Nello specifico il livello di ricaduta viene distinto in: - scala locale – *project* - scala regionale – *site* - scala regionale/nazionale – *region* - scala globale – *global*.
DATABASE	All'interno del software è incluso un database in cui sono raccolte tutte le 250 indicazioni o linee guida. Queste al suo interno sono organizzate in sedici sezioni: general design requirement, site and civil engineering, concrete, masonry, metals, wood and plastic, termal and moisture protection, doors and windows, finishes, specialities, equipment, furnishings, special facilities, conveying system, mechanical, and electrical. Inoltre, per ogni categoria, le relative indicazioni sono ulteriormente distinte in quattro sottogruppi: – *planet*: dove sono riportate le pratiche volte a ridurre gli impatti che incidono sull'ambiente e legati alle emissioni di sostanze tossiche, inquinanti o contaminanti e alla produzione di rifiuti durante il ciclo di vita dell'edificio; – *people:* in questa sezione sono fornite le indicazioni che prendono in considerazione e tutela la salute dell'uomo; – *public perception:* sono comprese in questa sezione le indicazioni che tengono in considerazione che l'impronta ecologica di un prodotto, di un edificio o di un impianto ha delle conseguenze sulla percezione che il pubblico ha di quel prodotto, influendo così sui costi coinvolti lungo il ciclo di vita; – *policy:* in questo gruppo sono incluse le linee guida legate al perseguimento e adozione di determinate politiche ambientali. Le informazioni esistenti non sono esaustive e a tal proposito l'utente ha a disposizione la possibilità di aggiungere ulteriori linee guida specifiche per il progetto in analisi o di creare un vero e proprio personale database. Inoltre è possibile utilizzare dei filtri che consentono di escludere a priori dalla consultazione le opportunità non attinenti con le specifiche caratteristiche del progetto, focalizzandosi solamente su quelle pertinenti all'oggetto di studio.

INFORMAZIONI GENERALI	EVA
1 SVILUPPATO DA	Arch. Roberto Giordano **DINSE Dipartimento di Scienze e Tecniche per i Processi di Insediamento - Politecnico di Torino**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**DINSE Dipartimento di Scienze e Tecniche per i Processi di Insediamento** Politecnico di Torino – Facoltà di Architettura Viale Mattioli, 39 - 10125 Torino – (IT) Phone: + 39 011 564 4372 Fax: E-mail: roberto.giordano@polito.it Website:
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1.0** • **Costo:** non definito • **Versione demo:** il software e la relativa versione demo non sono ancora disponibili
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa**: PC • **Processore:** non specificato • **Sistema operativo:** non specificato • **Spazio occupato:** non specificato
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO E BANCADATI** • **Il software al momento è via di progetto.** • **Interfaccia con altri programmi ?????** Il software in corso di elaborazione prevede la compatibilità con altri strumenti e banche dati (CES; Boustead, ecc.) • **Il software contiene al suo interno una propria bancadati**. La banca dati presente al momento è però limitati a pochi casi studio**.** • **Grafica a finestre e menu -** prevista
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• GIORDANO, Roberto, *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004

EVA

INFORMAZIONI SPECIFICHE

OGGETTO DI ANALISI

COMPONENTI EDILIZI E ELEMENTI TECNICI comunemente impiegati in edilizia.

TIPOLOGIA

ANALYSIS TOOL - ABRIDGED LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE

OBIETTIVI E METODOLOGIA

EVA - *Ecocompatibility eValuation Approach* – è uno strumento dedicato e focalizzato all'analisi e alla valutazione dell'ecocompatibilità dei prodotti da costruzione e dei componenti edilizi, la cui versione informatica al momento è ancora in corso di elaborazione.
Obiettivo principale di questo strumento è la messa a punto di un metodo di valutazione semplificato in grado di esprimere dei giudizi di ecocompatibilità non solo sui singoli prodotti che costituiscono l'elemento tecnico, ma sull'elemento stesso.
Nel metodo di valutazione delineato, infatti, si coniugano in un unico modello non solo le valutazioni delle prestazioni energetico-ambientale a scala globale e regionale, ma anche le prestazioni di ecocompatibilità a scala locale dell'elemento tecnico e o del componente edilizio indagato, aspetti spesso di difficile valutazione in una semplice analisi di LCA.
A questo scopo il modello si fonda metodologicamente sull'approccio riconosciuto della LCA - *Life Cycle Assessment*, adottando delle valutazioni quantitative basate su dati sempre riconducibili ad una analisi di inventario con la quale è possibile quantificare tutti i flussi in entrata e uscita del manufatto indagato, ma comprende anche delle valutazioni qualitative, che pur non quantificando esattamente un consumo energetico o un impatto ambientale di un elemento, sono comunque coerenti alle esigenze di controllo dei flussi di risorse ed emissioni inquinanti nelle diverse fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio (degrado funzionale, separabilità tra i componenti, la potenziale riciclabilità, ecc.).
Nello specifico in relazione alla metodologia di LCA, il modello oltre che basarsi su valutazione quantitative fondate su dati di inventario, si propone di analizzare i consumi energetici e gli impatti ambientali sull'intero ciclo di vita dell'elemento tecnico, di adottare dati relativi a consumi ed impatti sempre riferiti al mix energetico caratteristico del paese in cui si svolge l'analisi e di considerare nella fase di valutazione degli impatti (*Impact Assessment*) gli effetti ambientali in relazione a diverse scale d'azione (globale, regionale e locale).

Il modello EVA si articola in due moduli principali:
- uno contenente le schede di valutazione relative a 12 requisiti di ecocompatibilità, che consentono di considerare le prestazioni dell'elemento durante le sue diverse fasi del ciclo di vita
- una banca dati, che riporta le caratteristiche relative alle informazioni ambientali e funzionali dei materiali comunemente impiegati in edilizia (peso, conducibilità termica, consumi energetici ed effetti ambientali associati alle fasi di produzione e riciclaggio, ecc.).

In relazione al modulo contente le schede di valutazione dell'elemento, la loro attuale articolazione ne permette un efficace impiego nell'ambito della valutazione dell'ecocompatibilità degli elementi di involucro opaco, fondata sul fatto, che questi, rispetto ad altri elementi tecnici, sono quelli maggiormente caratterizzati da una eterogeneità di materiali.

I requisiti identificati, in base ai quali viene valutato l'elemento, si rifanno a due esigenze prioritarie come la minimizzazione il consumo di risorse, tramite il controllo dei flussi di energia e materia prodotti e consumati, e la riduzione dell'impatto ambientale alle diverse scale, il cui soddisfacimento garantisce delle adeguate condizioni di ecocompatibilità. Per ognuna esigenza sono poi stati articolati sei classi di requisiti, come il controllo dei flussi energetici relativi all'energia di produzione e relativi all'energia termica e il controllo dei flussi di rifiuti, relativi alla minimizzazione dei consumi di risorse e il controllo delle emissioni inquinanti, delle prestazioni dell'elemento tecnico nel tempo e della gestione dei rifiuti da Costruzione e Demolizione (C&D) relativi invece all'esigenza di ridurre l'impatto ambientale alle diverse scale.

Da queste due principali esigenze e dai relative classi di requisiti sono così stati desunti i seguenti 12 requisiti che coprono l'intero ciclo di vita dell'elemento tecnico valutato:
- selezionare materiali che costituiscono gli elementi tecnici derivanti da processi di produzione a limitato carico energetico;
- selezionare materiali che non comportino un elevato consumo energetico di trasporto dovuto all'impiego di

	combustibili fossili; - privilegiare elementi di involucro opaco caratterizzati da ridotta trasmittanza termica; - privilegiare elementi di involucro opaco in grado di garantire un'adeguata inerzia termica; - impiegare materiali durevoli; - impiegare sistemi costruttivi in grado di facilitare la separabilità dei componenti che costituiscono gli elementi tecnici durante i processi di demolizione e di recupero; - privilegiare materiali che possano essere efficacemente avviati a processi di recupero e riciclaggio; - privilegiare materiali che costituiscono l'elemento tecnico che derivino da processi di produzione (e trasporto) a limitato carico di CO_2 equivalente; - privilegiare materiali che costituiscono l'elemento tecnico caratterizzati da ridotte concentrazioni di sostanze tossiche; - individuare per l'elemento tecnico, in relazione alla possibilità di recupero, la procedura di demolizione più idonea; - impiegare Materie Prime Seconde in fase di produzione provenienti da processi di riciclaggio. Il sistema di verifica prestazionale così articolato non richiede per l'analisi dei diversi elementi tecnici il sistematico soddisfacimento di tutti i requisiti proposti. Al progettista infatti, sulla base dell'analisi delle attività, delle esigenze e dei requisiti richiesti relativi all'elemento tecnico indagato, dovrà individuare quali e quanti possano essere effettivamente considerati e quali invece si pongono in antitesi con l'analisi, valutando il loro relativo grado d'importanza mediante l'attribuzione di una fattore di incidenza. Ad ognuno di questi requisiti corrisponde una scheda suddivisa in 2 sezioni: una sezione informativa e una sezione di verifica prestazionale, per il calcolo dell'ecopunteggio. La valutazione svolta dal modello, basata sull'attribuzione degli ecopunteggi, si basa sulla seguente procedura: - attribuzione di un ecopunteggio (ECO.P.) assoluto per ciascuna sub-unità costitutiva dell'elemento tecnico secondo una scala di valori (da 1 a 4), determinato in rapporto a indici di valutazione predefiniti in relazione ai requisiti stessi; - attribuzione di un ECO.P. complessivo relativo l'elemento tecnico desunto come media dei punteggi attribuiti alle sub unità; - determinazione dei Fattori di Incidenza (F.I.) per ognuna delle "richieste" (esigenza, classe di requisiti, requisito), espressi in percentuale e che rappresentano il "peso relativo" che è stato assegnato al requisito, in relazione alla sua attitudine a soddisfare le esigenze di ecocompatibilità. Tramite la determinazione di questo fattore il progettista può così variare l'importanza relativa, maggiore o minore, che si desidera attribuire ad ogni requisito. In questo modo sarà garantita la massima flessibilità dello strumento di verifica prestazionale perché si tiene in considerazione la variabilità degli aspetti di natura energetica o ambientale che sottendono la formulazione di un requisito, suscettibili di cambiamento in funzione di diverse variabili relative alle condizioni tecnologiche dei sistemi di produzione, all'effettivo esaurimento delle risorse energetiche, alla continua evoluzione delle scienze ambientali e climatiche, alle condizioni di gestione delle attività di recupero, ecc.; - determinazione dell'ECO.P. relativo, moltiplicando il punteggio ottenuto per ciascun elemento per il Fattore di incidenza assegnato rispettivamente all'esigenza, alla classe di requisiti e al requisito stesso; - determinazione dell'ECO.P. finale ottenuto dalla somma degli ECO.P. relativi. - Oltre al calcolo dell'ECO.P. nella scheda è inoltre contenuta una parte informativa, dove sono riportati i punteggi assoluti da attribuire alle subunità costituenti l'elemento tecnico in funzione degli indici di valutazione individuati dei diversi requisiti, gli indicatori di controllo che specificano rispetto a quali materiali, costituivi dell'elemento tecnico operare la verifica prestazionale, la fase del ciclo di vita sarà interessata e tenuta in considerazione per la valutazione di quel requisito e una serie di indicazioni strategiche che il progettista potrà adottare per migliorare le prestazioni energetico-ambientali del componente edilizio e quindi soddisfare il requisito stesso.
 DATA INPUT	Operativamente la futura versione software di questo modello di valutazione, sviluppata appositamente per utenti non particolarmente esperti della metodologia LCA, inizierà con la descrizione del progetto e dell'elemento tecnico da analizzare e con la definizione di quali fasi del ciclo di vita che si intendono analizzare. Inoltre all'utente sarà richiesto di stabilire l'unità funzionale considerata (cioè l'unità di misura impiegata per la quantificazione dei consumi e degli impatti ambientali, nel caso dell'esempio – involucro opaco - riportato nel modello, come unità funzionale si considera la quantità di materiali coinvolti in 1 m^2 di superficie di copertura verticale opaca) e di fissare i confini del sistema di verifica prestazionale, cioè i processi rispetto ai quali si procederà alla quantificazione dei consumi energetici e degli effetti ambientali. Successivamente all'utente sarà chiamato a stabilire i fattori di incidenza per ognuno dei requisiti considerati, riportati come esigenze, classi di requisiti e requisiti. L'utilizzo di un sistema di attribuzione di pesi riferiti ad una scala di 100 consente al progettista di variare il peso a seconda che si desideri attribuire maggiore o minore importanza ad un requisito, ad una classe di requisiti o ad una delle due esigenze principali.

DATA OUTPUT	Una volta inseriti tutti i dati di input, il futuro software fondato su questo modello di calcolo, elaborerà automaticamente una valutazione in ecopunteggi (ECO.P) delle prestazioni energetico e di quelle ambientali dell'elemento tecnico. I risultati potranno essere visualizzati secondo due diverse modalità: – come istogrammi, che esprimono sia l'ecopunteggio complessivo dell'elemento tecnico o che i singoli punteggi conseguiti dall'elemento in relazione a ciascun requisito considerato, – come una rappresentazione a radar nella quale sono riportati i valori assoluti e non pesati, nel quale tutti i risultati si avvicinano allo zero indicano quale delle prestazioni è maggiormente soddisfatta e quali aspetti sono maggiormente critici, secondo l'approccio "*less is better*". Sulla base di questi risultati il progettista potrà così scegliere tra le possibili soluzioni tecnologiche, quella che garantirà maggiormente i requisiti di ecocompatibilità, fissati nell'analisi. All'interno del software, l'utente ha possibilità di salvare le schede di valutazione degli elementi tecnici analizzati, per riutilizzarle nell'analisi di altri progetti con soluzioni tecnologiche simili.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative all'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	Il componente edilizio o gli elementi tecnici oggetto di studio vengono valutati lungo il loro intero ciclo di vita, in funzione del grado di soddisfacimento dei diversi requisiti interessati. Ricorrendo a questo sistema semplificato di valutazione, è infatti possibile valutare le prestazioni energetico-ambientali di un elemento edilizio in relazione non solo ad aspetti quantificabili, come il consumo energetici o gli impatti ambientali, ma anche ad aspetti qualitativi legati alle esigenze di controllo dei flussi di risorse ed emissioni, durante il suo ciclo di esistenza. Nello specifico all'interno del modello le diverse fasi del ciclo di vita considerate sono così distinte: pre-produzione, produzione fuori opera,produzione in opera, esercizio e manutenzione, demolizione, riciclaggio, riuso e recupero.
UTENZA TIPO	Il sistema di valutazione semplificato elaborato con modello EVA, è stato studiato appositamente, per assistere **utenti poco esperti** della metodologia di LCA nella valutazione delle prestazioni del sistema edilizio analizzato.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il futuro software si propone di presentarsi con un interfaccia grafica molto semplice e con un database a cui l'utente potrà attingere velocemente tutti i dati necessari per l'analisi. – **BUILDING DESIGN PROCESS.** Per la necessità di conoscere i quantitativi di materiali necessari in relazione all'unità funzionale assunta per l'elemento tecnico indagato e per la tipologia di banca dati ipotizzata, il futuro software sarà adatto per essere impiegato durante le **fase di progettazione preliminare e definitiva**, guidando il progettista nella scelta delle soluzioni tecnologiche maggiormente ecocompatibili. Durante la fase di progettazione esecutiva, infatti, le informazioni inerenti i materiali riportate nella banca dati, riferite a processi di produzione standard dei diversi materiali, non saranno infatti sufficienti per selezionare gli effettivi prodotti disponibili sul mercato e le loro specifiche caratteristiche tecniche. Per la fase di metaprogetto, il software, non potrà essere impiegato per la valutazione, ma come fonte bibliografica da cui poter attingere nella formulazione dei requisiti di progetto e nella delineazione di eventuali indicazioni strategiche da perseguire durante la progettazione vera e propria.

	La banca dati, al momento, essendo uno strumento ancora in fase di softwarizzazione, contiene e riporta i dati inerenti i materiali relativi alle cinque possibili soluzioni proposte per gli elementi di involucro opaco. L'oggetto della banca dati in progetto non è l'elemento tecnico nel suo complesso, ma i singoli prodotti edilizi (o componenti) che lo costituiscono. In questo modo il progettista, una volta conosciute le effettive quantità di materiali necessari in relazione all'unità funzionale assunta, avrà la possibilità di "comporre liberamente" l'elemento tecnico e di compilare la relative schede, prelevando ogni singola informazione utile alla verifica dei requisiti energetico ambientali da un'unica fonte di informazioni. Per ogni prodotto edilizio le informazioni fornite saranno distinte in quattro sezioni: - tipologia di materiale e della sua appartenenza ad una o più classi di elemento tecnico: il materiale viene cioè classificato rispettivamente in funzione della sua destinazione d'uso e delle sue materie d'origine e in funzione della sua ascrivibilità ad una o più classi di elemento tecnico; - caratteristiche fisico-tecniche, tecnologiche e proprietà energetiche ed ambientali del materiale: le caratteristiche fisico tecniche del materiale consentiranno di verificare le classi di requisiti finalizzate al controllo dei flussi di energia in fase d'esercizio, le informazioni relative alle caratteristiche tecnologiche saranno utili alla verifica prestazionale delle classi di requisiti come il controllo delle prestazioni nel tempo, il controllo dei flussi di rifiuti e il controllo e gestione dei rifiuti da demolizione e costruzione (C&D). Per quanto riguarda le prestazioni energetiche dei materiali sono riportate informazioni relative alle fasi di pre-produzione, produzione fuori opera e trasporti per la produzione in opera del materiale, che consentiranno di verificare le classi di requisiti mirata al controllo dei flussi energetici in fase di produzione e infine nella sezione relativa alle prestazioni ambientali, saranno forniti dati relativi alle prestazioni dei materiali durante le fasi di pre-produzione, produzione fuori opera, esercizio e dismissione. - definizione degli ambiti dell'analisi energetica ed ambientale: sono specificati i confini del sistema, intesi come i processi rispetto ai quali si procederà ad una quantificazione dei consumi e degli effetti ambientali e il relativo digramma di flusso che descrive il processo di produzione del materiale e l'unità funzionale, cioè la relativa unità di misura. Allo scopo di garantire la trasparenza dell'analisi per ogni dato riportato in questa sezione sarà specificato se trattasi di dati primari o secondari[7]. - quantificazione dei principali flussi di combustibili primari e dei rilasci in aria, acqua e suolo: sono quindi riportati i principali flussi di consumo e relative emissioni associati alla fase di produzione fuori opera. Inoltre, in assenza di dati relativi ad uno specifico materiale, l'utente potrà attingere le informazioni mancanti da altri database, come per esempio il Boustead Model o il Cambridge Materials Selector ed importarle nel modello di calcolo.

[7] Con il termine di dati primari e secondari si intendono rispettivamente i dati raccolti direttamente presso i siti di produzione oppure i dati ricavati da banche dati.

INFORMAZIONI GENERALI		eVerdEE
1 SVILUPPATO DA	**ENEA – CENTRO RICERCHE BOLOGNA** **Divisione Sistemi Energetici Ecosostenibili** VIA MARTIRI DI MONTE SOLE, 4 40129 BOLOGNA - ITALY PHONE:. +39 051 6098111 FAX: +39 051 6098639 E-mail: lca@bologna.enea.it Website: www.bologna.enea.it/index.html	**FEBE EcoLogic** Via Canalazzo, 44 48100 Ravenna - Italy PHONE:. +39-0544-465722 FAX: +39-0544-465722 E-mail: info@febe-ecologic.it Website: www.febe-ecologic.it
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**ENEA – CENTRO RICERCHE BOLOGNA** ***Divisione Sistemi Energetici Ecosostenibili*** VIA MARTIRI DI MONTE SOLE, 4 40129 Bologna **-** Italy PHONE:. +39 051 6098111 FAX: +39 051 6098639 E-mail: lca@bologna.enea.it **WEBSITE:** WWW.BOLOGNA.ENEA.IT/INDEX.HTML	Esiste una versione aggiornata on-line del software, eVerdEE, direttamente consultabile sul sito ECOSMEs – Service for Green Product www.ecosmes.net
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1.0, su CD VerdEE**, disponibile in formato single user • **Versione online eVerdEE,** consultabile direttamente sul sito www.ecosmes.net	
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium, CPU di velocità minima 200 MHz, con 32 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 95 e successive versioni • **Spazio occupato** 30MB	
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma**, contenente al suo interno diverse funzionalità che agevolano l'elaborazione dei dati di input da inserire nel modello. • **Interfaccia con altri programmi.** I risultati elaborati con il software sono di difficile esportazione in altri programmi • Il software contiene al suo interno una propria bancadati, in continuo aggiornamento grazie alla versione on-line. • **Grafica a finestre e menu**	
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ecosmes.net ; • Versione demo del software VerdEE 1.0 su CD; • ECOSMEs, The eVerdEE Methodology, User's Manual, ECOSMEs, october, 2004;	

eVerdEE	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**PRODOTTO INDUSTRIALE** lungo il suo intero ciclo di vita.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - ABRIDGED LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software vuole essere una guida interattiva che accompagna l'utente nell'autovalutazione dell'eco-efficienza di un prodotto. Si basa su una metodologia semplificata di LCA, sviluppata apposta per agevolarne l'applicazione nel campo delle piccole e medie imprese e basata sulla compilazione di matrici di valutazione, tramite risposte a check-list. A supporto della compilazione sono forniti dati quantitativi, informazioni e riferimenti richiamabili con legami ipertestuali. La valutazione viene fornita automaticamente come singoli punteggi, relativi a ciascun elemento considerato nella matrice e con la compilazione di un grafico a bersaglio. La procedura semplificata di valutazione del ciclo di vita di un prodotto, si basa su quattro passaggi fondamentali: – definizione delle finalità e dei limiti; – compilazione delle schede d'Inventario; – compilazione delle check-list; – visualizzazione dei risultati;
DATA INPUT	La procedura semplificata di valutazione del ciclo di vita di un prodotto, si basa su una serie di step consecutivi quali: – definizione delle finalità e dei limiti: durante la definizione delle finalità eVerdEE offre la possibilità di scegliere tra tre opzioni: valutazione preventiva delle perfomance ambientali di un prodotto (utile per la compilazione di report ambientali), identificazione delle opportunità di miglioramento del prodotto (nel caso si stia progettando o riprogettando un prodotto o si vogliano individuare i miglioramenti che possono essere introdotti in coerenza con il sistema di gestione ambientale adottato dall'azienda) oppure la comparazione tra prodotti aventi le stesse funzionalità (in un'analisi comparativa mirata a stabilire dei benchmark). Inoltre in questa fase dovrà essere descritto qual è il prodotto che si vuole analizzare e qual è la sua unità funzionale, cioè la quantità di prodotto considerata rispetto alla quale dovranno sempre esser e riferiti i dati quantitativi raccolti. Infine dovranno essere fissati i limiti dell'analisi. – compilazione delle schede d'Inventario: una volta fissati limiti e finalità delle studio, si procederà alla raccolta di una serie di dati per ogni singola fase del ciclo di vita considerata. Le fasi considerate sono: premanifattura, fabbricazione, distribuzione ed imballaggio, uso e smaltimento e riciclo. Durante questo passaggio, in pratica, si tratta di raccogliere informazioni che riguardano sia aspetti quantitativi che qualitativi, e che ovviamente andranno espressi in funzione dell'unità funzionale fissata. La compilazione di questo inventario sarà utile come promemoria nel successivo passaggio di compilazione delle check-list. Per ogni fase del ciclo vita considerata nell'inventario sarà quindi necessario inserire i propri dati, scegliere delle voci corrispondenti dal database e fornire una valutazione della qualità dei dati, in termini di accuratezza, adeguatezza e completezza. – compilazione delle check-list: con i dati raccolti nell'inventario è ora possibile rispondere ad una serie di domande. Le domande sono suddivise in quattro blocchi corrispondenti ai quattro stadi del ciclo di vita fissati nel modello. Per ognuna di queste fasi le domande a cui rispondere sono ulteriormente suddivise in base alle seguenti aree di salvaguardia: prestazioni ambientali dei materiali scelti, consumo di acqua e energia nei processi considerati (compresi i trasporti), produzione di rifiuti solidi comuni o pericolosi, acque di scarico e rifiuti liquidi pericolosi e emissioni di sostanze gassose prodotte sia dai processi produttivi che dai trasporti.

	L'impatto delle diverse fasi viene valutato in funzione di due parametri la quantità e la qualità dei consumi e delle emissioni. Inoltre nella checklist viene formulata un terzo tipo di domanda sulle possibilità di miglioramento. Per ognuna checklist vengono forniti i criteri da adottare per l'assegnazione della risposta-punteggio. Le risposte alle domande prevedono l'assegnazione di un punteggio da 0 (peggiore condizione) a 4 (migliore condizione) oppure NA, nel caso di domanda non ammissibile o ND, nel caso di una mancanza di dati per l'assegnazione del punteggio. Inoltre per la corretta assegnazione dei punteggi-risposta all'interno della check-list è possibile consultare delle tabelle informative.
DATA OUTPUT	Completata la fase di check-list, il software automaticamente elaborerà delle matrici di valutazione, dove verranno calcolati dei valori indicatori, in funzione delle questioni ambientali e dei parametri considerati, che sono: consumo di risorse minerali, consumo delle biomasse, consumo di acqua, consumo di energie non rinnovabili, consumo di energie rinnovabili, cambiamenti climatici (valutando i contributi all'effetto serra dei differenti gas emessi,), acidificazione, eutrofizzazione, processi di ossidazione fotochimica (Smog estivo), assottigliamento dello strato di ozono, produzione di rifiuti pericoli e dannosi e totale produzione di rifiuti. Una prima matrice fornisce una valutazione oggettiva dell'impatto ambientale del ciclo vita del prodotto, mediando i punteggi assegnati alle domande sulla qualità e sulla quantità. Una seconda matrice, invece, sulla base dei punteggi su qualità, quantità e miglioramento evidenzierà in quale fase del ciclo di vita è necessario intervenire per migliorare le prestazioni ambientali del prodotto. Più alto sarà il punteggio complessivo della matrice, migliore sarà la prestazione. I risultati delle valutazioni fornite dalla matrice potranno anche essere visualizzati come grafici a bersaglio, dove più i punti saranno vicini al centro e migliore saranno le prestazioni ambientali.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative all'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	Il software permette di valutare l'ecoefficienza del prodotto lungo alcune fasi o l'intero ciclo vita del prodotto indagato, traendo automaticamente delle matrici di valutazione, basate su una valutazione con punteggi singoli. In funzione dei limiti dello studio fissati, con EVerdEE è infatti possibile compiere questa valutazione secondo tre opzioni: – limitata alle sole fasi di pre-produzione e produzione (*from cradle to finished product*): nel caso dello studio di un componente usato in un prodotto o di un prodotto finito immesso nel mercato; – limitata alle fasi di pro-produzione, produzione, packaging e distribuzione (*from cradle to market*): nel caso dello studio di un componente usato in un prodotto o di un prodotto finito immesso nel mercato, di cui vengono però anche considerate le fasi di distribuzione e di imballaggio; – estesa all'intero ciclo di vita del prodotto (*from cradle to grave)*: considerando quindi le fasi di pre-produzione, fabbricazione, distribuzione e imballaggio, uso e fine vita.
UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato per essere impiegato come strumento di controllo dai dirigenti, **dai tecnici e dai designer e progettisti coinvolti nelle Piccole e Medie Imprese**, per consentire loro un autovalutazione della sostenibilità dei loro prodotti. Si propone come una guida interattiva, capace di guidare anche l'utente meno esperto nell'applicazione delle metodologie di valutazione. Nella definizione delle finalità dello studio, il software prevede tre possibili utilità-finalità: – condurre delle analisi preliminari delle performance ambientali del prodotto, utili per la redazione successiva di report ambientali o materiali promozionali della compagnia; – identificare le opportunità di miglioramento di un prodotto, identificando i passaggi critici nei processi di produzione, per esempio nel caso di redesign di un prodotto o nel caso si vogliano identificare miglioramenti nel ciclo di vita del prodotto, in coerenza con il sistema di gestione ambientale adottato dalla compagnia; – comparare prodotti aventi le medesime funzioni, come nel caso si vogliano fissare dei benchmark sul proprio prodotto, rispetto a quello prodotti da altri o nel caso di vogliano tenere in considerazione gli aspetti ambientali di un componente o di un materiale, quando vengono selezionati i fornitori.

UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: bassa**, perché si sviluppa come una guida iterattiva, che accompagna e agevola l'utente, anche poco esperto, nella valutazione semplificata di LCA delle prestazioni ambientali delle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto – **PRODUCT DESIGN PROCESS**. È uno strumento di facile utilizzo durante le fasi di progettazione vera e propria, **Concept Design e Product Design**, perché sviluppato proprio come una guida iterattiva alla progettazione ecosostenibile e all'applicazione della metodologia semplificata di autovalutazione, basta sui criteri di LCA. Il suo impiego può anche essere utile durante le fasi di metaprogettuali, quando vengono svolte delle indagini di mercato per fissare e definire i criteri e le strategie da seguire da parte dell'azienda per lo sviluppo di prodotti ecosostenibili.
DATABASE	Durante la descrizione del ciclo di vita del prodotto, sarà necessario indicare materiali e componenti coinvolti ed energia consumata per la sua produzione, emissioni in acqua in aria o rifiuti solidi emessi dai processi di produzione, modalità di trasporto e di imballaggio. Durante la fase di inventario molte di queste fasi potranno essere selezionate direttamente dal database compreso con il software, al cui interno sono riportate voci relative a: – produzione di materiali e prodotti semifiniti (suddivisi nei seguenti sottogruppi: sostanze chimiche, materiali da costruzione, metalli ferrosi, metalli non ferrosi, cibo e bevande, ceramiche e vetro, carta e cartone, plastiche e polimeri, tessuti e legno e risorse naturali); – produzione di componenti (componenti di costruzione, equipaggiamento elettrico ed elettronico, parti meccaniche, arredamento, ecc., ulteriormente suddivisi in sottocategorie); – produzione di materiali da imballaggio (vetro, metallo, carta e cartone, plastiche e legno); – trasporti (che includono auto, aeroplano, treno, camion, trasporto via acqua); – produzione di energia (biomasse, elettricità combustibili fossili, vapore o fonti alternative); – processi di produzione comuni (fusione e formatura, assemblaggio e collegamento, lavorazioni a macchina o incisioni, trattamento superficiali, trattamento termici e altri); – emissioni in aria (sono elencate le sostanze che possono essere emesse in aria e che contribuiscono agli effetti considerati); – sostanze emesse in acqua (con le loro misure analitiche). Questi dati, compresi nella bancadati interna, come pure le tabelle informative consultabili durante la fase di check-list, utili per l'assegnazione dei punteggi, sono ricavate dall'elaborazione di una serie di banche dati comunemente impiegate per nell'applicazione della metodologia dell'Analisi del ciclo di vita. Tutti i dati riportati sono contraddistinti dalle sigle delle diverse banche dati da cui sono stati tratti, allo scopo di fornire sempre un'indicazione sull'origine dei dati. Le principali banche dati impiegate come fonti, contraddistinte dalle loro rispettive sigle, sono: – AOO - Meijis E., Afval Overleg orgaan, Waste Consultative Body; – AU - AUSITRA, Assoambiente, Federambiente, smaltimento RSU. Alternative a confronto 1197; – B – Habersatter K., Widmwr F., Oekobilanz von Packstoffen, BUWAL, 3003 Bern, Switzerland, 1991; – Bj – Stenhae, C.C.M., Dam van A., Milieu-inventarisatie verpakkingsmaterialen, Van den bergh&Jurgen, Rotterdam, The Netherlands, 1990; – Boo – Boorsma, Centrum Hout, Almere, 1980; – ETH – Okoinventare fur Energiesysteme, ETH, Zurich, 1996; – I – Idemat, Delft University of Technology; – P – PWMI/APME, Ecoprofiles of the European plastics industry, 1992-1994, – Pré – Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, MG; – SPIN – progetto olandese, I dati sono raccolti da parte del Ministero dell'Ambiente Olandese, a cui è possibile fare richiesta di materiale; – VNC – Vereniging Nederlandse Cementindustrie, 1992.

INFORMAZIONI GENERALI — GaBi

SVILUPPATO DA

IKP of the University of Stuttgart
Institute for Polymer Testing and Polymer Sciences, GaBi Department
Hauptstraße 113
D-70771 Leinfelden – Echterdingen - Germany
Phone: +49 (0) 711 48 99 99 - 0
Fax: +49 (0) 711 641 2264
E-mail: gabi@ikp2.uni-stuttgart.de
Website: www.ikpgabi.uni-stuttgart.de

in collaborazione con
PE Europe GmbH
Life Cycle Engineering
Hauptstraße 113
D-70771 Leinfelden – Echterdingen - Germany
Phone: +49 (0) 711 34 18 17 - 0
Fax: +49 (0) 711 34 18 17 - 25
E-mail: pe@pe-europe.com
Website: www.pe-europe.com

PRODOTTO E DISTRIBUITO DA

PE Europe GmbH
Life Cycle Engineering
Hauptstraße 113
D-70771 Leinfelden - Echterdingen - Germany
Phone: +49 (0) 711 34 18 17 - 0
Fax: +49 (0) 711 34 18 17 - 25
E-mail: pe@pe-europe.com
Website: www.pe-europe.com

VERSIONE IN COMMERCIO

Versione 4.0, disponibile in formato single o multiuser, nelle seguenti versioni:
- ***GaBi 4 Academy***: è provvista di tutte le funzionalità e al suo interno è fornito lo stesso database contenuto nella versione Professional. Pensata per essere impiegata nei progetti di ricerca e le tesi universitarie, non può essere impiegata a scopi commerciali;
- ***GaBi 4 Edu:*** pensata per essere impiegata nei corsi universitaria, questa versione si presenta in formato multiuser. Presenta tutte le funzionalità, ma il database fornito con questa versione contiene un numero limitato di dati rispetto alle versioni Academy o Professional. Anche questa non può essere usata a scopi commerciali;
- ***GaBi 4 lean***: è una versione leggera, con delle funzionalità limitate e con database con un numero minore di dati e informazioni;
- ***GaBi 4 Professional***: come la versione Academy, è provvista di tutte le funzionalità e del database completo, che inoltre può essere ulteriormente implementabile con degli *extension database* con dati specifici di certi materiali o settori produttivi.

- **Versione demo,**scaricabile direttamente dal sito www.gabi-software.com

SISTEMA HARDWARE

- **Piattaforma operativa:** PC
- **Processore:** Pentium, CPU di velocità minima 400 MHz, con 128 MB RAM minimo
- **Sistema operativo:** Microsoft Windows 98 e successive versioni (ME,NT,XP) ;
- **Spazio occupato** 100 MB

STRUTTURA DEL SOFTWARE

- **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO**
- Il software è fornito come **singolo programma**, contenente al suo interno modelli di calcolo che assicurano la funzionalità delle diverse operazioni di calcolo possibili.
- **Interfaccia con altri programmi.** I risultati elaborati con il software possono essere incorporati nelle comuni applicazioni di Window per l'elaborazione di presentazioni e report. Inoltre i dati possono essere esportati in Excel per poi essere impiegati da latri strumenti di calcolo. Infine il software è fornito della funzionalità *drag&drop* e della funzionalità GaBi eXchange (*GBX – functionality*) che permette di importare ed esportare dati da o verso altre bachedati.
- Il software contiene al suo interno una propria bancadati, che comprende dati tratti dalle principali banche dati esistenti.
- **Grafica a finestre e menu**

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.gabi-software.com ;
- Versione demo del software scaricata direttamente dal sito;
- IKP & PE, *GaBi 4 Manual. Introduction to GaBi 4*, IKP Institute for Polymer Testing and Polymer Sciences of the University of Stuttgart e PE Europe GmbH**,** March, 2003;
- IKP & PE, *GaBi 4 Manual. Technical Reference*, IKP Institute for Polymer Testing and Polymer Sciences of the University of Stuttgart e PE Europe GmbH**,** March, 2003;
- ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999;

GaBi	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**CICLO DI VITA DEL PRODOTTO**
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT & LIFE CYCLE COST SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software consente sin dalle prime fasi di pianificazione di un prodotto, di un processo o di una attività, di compiere delle analisi multi-dimensionali, cioè basate su dei parametri ben definiti di tipo economico, tecnologico ed ambientale. È uno strumento di supporto, utile durante la gestione delle politiche ambientali adottate in un sistema produttivo o in un'azienda singola, fornendo dati concisi, indicatori e valutazioni delle sue prestazioni. Con il suo impiego è possibile delineare dei bilanci in termini di input/output dell'intero ciclo di vita del prodotto, che permettono di analizzare l'efficienza energetica e i flussi di sostanze e di emissioni di che contribuiscono all'effetto serra. In altre parole permette di compiere delle analisi di inventario e ne consente poi una loro successiva valutazione in funzione di diverse chiavi di lettura: impatti, costi ambientali e socio economici. In relazione alle valutazioni delle prestazioni energetico-ambientali, con il GaBi è possibile adottare diversi sistemi di valutazione e relativi weighting factor (contenuti nel database annesso), da impiegare durante la fase di Life Cycle Impact Assessment. Inoltre il suo impiego agevola la redazione degli ecobilanci dell'azienda, integrando i risultati conseguiti nella redazione di report ambientali, nella gestione strategica dei rischi, nella valutazione dei costi totali. Il software si base sull'impiego di unità modulari, che si riferiscono ai processi e ai flussi di materiali coinvolti. In questo modo è così possibile creare un modello grafico del sistema indagato, un flow chart estensivo, dove sono evidenziate le rispettive quantità.
DATA INPUT	Dopo aver decritto il prodotto, fissato gli obiettivi che dovrebbero essere perseguiti dall'analisi, i confini che delimitano il campo di indagine (a livello locale, nazionale o internazionale) e l'unità funzionale, l'analisi prosegue con la delineazione del *Process Plan,* all'interno del quale vengono riportati tutti i processi e i flussi di input/output impiegati. In questo modo, tramite la rappresentazione di diagrammi di flusso, in cui sono rappresentate le quantità coinvolte (*Sankey Diagram)*, si delinea così un modello grafico del sistema indagato. Ogni processo selezionato, potrà essere inserito nel *process plan* solo quando saranno stati fissati tutti i flussi di materiali e di energia coinvolti e le relative quantità, cioè saranno state completate le varie tavole relative agli input e agli output di ogni processo. Durante la descrizione la delineazione del *Process Plan*, è possibile impiegare diverse procedure di allocazione dei carichi energetico-ambienatali tra diversi processi o trai i diversi output (co-prodotti) derivanti da un singolo processo. Una volta stabilite tutte le quantità dei diversi processi e materiali coinvolti, il software visualizzerà graficamente il diagramma di flusso (detto anche Sankey Diagramm) che potrà essere rappresentativo o all'intero ciclo di vita del sistema analizzato oppure di una delle diverse fasi che lo compongono, dove saranno riportati tutti i principali processi coinvolti.
DATA OUTPUT	Una volta descritto l'intero sistema produttivo in tutte le sue parti, il software automaticamente fornisce delle dettagliate tavole di inventario (*balance)* strutturate sulla base del *process plan*, dell'unità funzionale e dei confini dell'analisi prefissati in precedenza. I risultati delle analisi di inventario, potranno essere riferiti a livello di singoli contributi che i diversi processi coinvolti comportano al sistema oppure a livello più generale come paragone basato sul consumo totale di risorse tra due sistemi. Sulla base dei risultati delle *balance* o tavole d'inventario, dove vengono riportati tutti gli impatti, è possibile poi procedere alla valutazione degli effetti ambientali conseguenti.

	In accordo con le procedure ISO che fissano per questa fase due passaggi obbligatori, classificazione e caratterizzazione, all'interno del software questi software vengono svolti simultaneamente, una volta fissato da che fonte vengono tratti i relativi fattori di classificazione e caratterizzazione. I risultati ottenuti, che riconducono gli impatti ai principali effetti ambientali considerati, possono poi essere ulteriormente valutati ed espressi in forma più o meno aggregata. A questo scopo nel database sono riportati i diversi set di dati utili per le operazioni di classificazione e caratterizzazione tratti dalle seguenti fonti: ISO, SETAC, WMO e diversi sistemi di valutazione in forma più o meno aggregata e relativi *weighting factor*, come Eco-indicator 95, Eco-indicator 99, Ecological Scarcity Method (UBP), CML 1996, CML 2001 e EDIP. Per completare l'analisi svolta con la fase finale di interpretazione dei risultati, secondo la procedura di LCA, con il GaBi sono annesse alcune funzionalità che permettono – di analizzare criticamente i sistemi di dati assunti, di compiere dei paragoni tra diversi scenari, – di variare i parametri o i limiti dello studio, di stabilire quanto sensibilmente i risultati dell'analisi possono essere diversi al variare dei parametri fissati, – di condurre delle valutazioni sull'affidabilità dei dati assunti, ricorrendo ad analisi con il metodo Montecarlo per calcolare quanto influisce sulla valutazione finale l'assunzione di parametri e valori incerti.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Parallelamente ad un delineazione di tutti i flussi e bilanci del sistema indagato, con il Gabi, è inoltre possibile anche compiere un analisi dei flussi di costo, considerando questi flussi distinti in tre gruppi: costi diretti, costi indiretti legati all'acquisto dei macchinari e i costi del lavoro. Durante la definizione di ogni processo immesso nel *Process Plan* è infatti possibile fissare una serie di parametri relativi ai gruppi di costi considerati. In questo modo il modello potrà compiere un analisi dei flussi di costo e delineare dei diagrammi e calcolare delle *balance* relativi a questi flussi, simili a quelli impiegati per l'analisi delle prestazioni energetico ambientali. Un attenzione particolare viene posta alla qualità del lavoro umano, con una valutazione delle ore di lavoro impiegate, ecc.. Così facendo è così possibile eseguire una analisi, che consente di valutare contemporaneamente l'efficienza tecnologica, ambientale ed socio-economica del sistema indagato.
CICLO DI VITA	Tramite il software è possibile analizzare il comportamento del sistema-prodotto lungo l'intero ciclo di vita, focalizzandosi con attenzione su diversi aspetti critici. L'impiego delle unità modulari, per conteggiare gli input/output dei processi coinvolti e per rappresentarle nel *Process Plan*, consentono una rappresentazione grafica di sistemi anche molto complessi. La creazione di un modello grafico della realtà indagata, basato sul principio di queste unità modulari, viene automaticamente fornita dal modello, una volta che sono stati immessi tutti i valori, con dei *Sankey Diagram*, che evidenziano le relazioni e i flussi tra i diversi processi e le loro rispettive quantità, agevolando così l'utente nella comprensione dell'intero ciclo di vita del prodotto.
UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato per un uso nel settore industriale allo scopo di fornire analisi utili su cui basare l'ottimizzazione dei processi in relazione alle tematiche tecniche, sociali ed ambientali e i conseguenti costi relativi. Agevola infatti la gestione della sostenibilità ricorrendo all'impiego di dati, indicatori e valutazioni. A questo scopo è pensato per essere impiegato da **esperti ambientali interni all'azienda** o da società di consulenza in campo ambientale, che forniscono a terzi valutazioni e analisi ambientali, su cui fondare la loro gestione interna. Tramite questo software queste figure professionali possono approfondire le loro analisi su aspetti come: come cambia il bilancio finale se vengono modificati per esempio le distanze di trasporto o i prodotti intermedi, oppure come l'adozione di diversi sistemi di allocazione e la variazione di parametri come l'efficienza produttiva o i fattori di emissione possono influire sull'analisi.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio alta.** Il software è rivolto ad agenzie di consulenza ed analisti ambientali, con una buona pratica nel campo delle valutazioni ambientali e dei relativi costi ambientali. – **PRODUCT DESIGN PROCESS**. L'analisi condotta con il software può essere molto utile per durante **la fase di engineering** e indirettamente durante la fase metaprogettuale, quando vengono assunte decisioni generali che potranno tenere conto di queste analisi. Non è adatto durante la fase progettuale vera e propria, in questo caso è stato pensato un formato specifico di software, il GaBi Lite, rivolto a coloro che non hanno conoscenze specifiche in campo ambientale, come i progettisti.

	Il database compreso all'interno del software è un'unità indipendente, questo può essere in forma completa o ridotta in funzione delle diverse versioni del software. Al suo interno il database raccoglie valori ed informazioni tratti dalla banca dati IKP/PE, BUWAL e APME (sviluppata dall'Associazione dei Produttori di Materie plastiche in Europa). Al suo interno sono compresi i dati e le funzionalità utili per condurre un bilancio del ciclo di vita del prodotto, come: - 1500 tipi di flussi, che permettono di caratterizzare i flussi input/output coinvolti in ogni processo identificato. In questo caso i valori relativi alle fonti energetiche, sono presentati in forma disaggregata, cioè sono relativi ai diversi mix energetici caratteristici della Nazione in cui si colloca il sistema-prodotto; - 638 processi produttivi, intesi come moduli unitari collegati tra loro all'interno del *Plan* dai flussi input/output di materiali ed energia. - Inoltre al suo interno sono compresi dati utili e funzionalità per che agevolano l'utente nella creazione del modello indagato, tra cui: - 34 unità di misura diverse: utili per la definizione delle diverse unità di misura relative ai flussi di materiali ed energia; - 21 fattori di valutazione: sono valori e dati utili da impiegarsi durante la fase di valutazione dei dati di inventario tratti con il bilancio input/output. In funzione del sistema di valutazione adottato in questa fase di Life Cycle Impact Assessment sono riportati i relativi fattori di normalizzazione e valutazione da impiegare; - 18 indicatori di qualità: l'affidabilità e la qualità dei dati é garantita da una serie di indicatori numerici rappresentativi della loro completezza, oltre ad una breve descrizione sulla loro origine; - *Global parameters*: utili modificare con flessibilità i limiti dello studio e il modello in esame. Inoltre è possibile variare i valori relativi alle fonti energetiche, in funzione dei mix energetici caratteristici dei diversi Paesi; - *Projects*: è l'area in cui vengono salvati i file di ecoprofili e valutazioni di prodotto già indagati; - *Users*: che stabilisce la gestione dei diversi utenti. Nel caso di GaBi 4 Professional, è inoltre possibile acquistare ed importare database specifici relativi a specifici materiali e processi. I dati in esso contenuti possono essere letti, modificati e scambiati con altri utenti. A questo scopo il software è fornito di alcune funzionalità come *drag&drop* e GaBi eXchange (*GBX – functionality*) che permettono di importare ed esportare dati da o verso altre bachedati. Infine i bilanci ed in risultati in esso contenuti possono essere esportati e letti in formato Excel.

INFORMAZIONI GENERALI		GBA
1 SVILUPPATO DA	**Renewable Energy Policy Project (REPP) &** **Center for Renewable Energy and Sustainable Technology (CREST)** su mandato di U.S. Department of Energy, Office of Building Technology, State, and Community Programs U.S. Environemtal Protectio Agency, Atmospheric pollution prevention Division U.S: Department of Army, construction Engineering Research laboratories	
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**BuildingGreen Inc.,** 122 Birge Street, Suite 30 Brattleboro, VT 05301 (USA) Phone: 802-257-7300 Fax: 802-257-7304 URL: www.BuildingGreen.com	**Design Harmony Inc.**, 4429 Trommel Court Wake forest, NC 27587 (USA) Phone: 919-562-7085 Fax: 919-562-7086
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1.1** • **Versione demo:** non disponibile	
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC o Mac • **Processore:** Pentium o PowerPC Processor , con CPU di velocità minimia 300 MHz con 32MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 98/NT/ME/2000 o Apple Mac OS 8.1 • **Spazio occupato**: 50 MB	
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma** • Il software non si interfaccia altri programmi. • Il software GBA contiene al suo interno una banca dati qualitativa, che riporta circa 700 strategie di Green Architetture, oltre ad altre librerie su casi studio e prodotti esistenti nel contesto americano. • Grafica a finestre e menu	
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.BuildingGreen.com; • GBA*, Green Building Advisor User's Guide*, BuildingGreen Inc and Design Harmony Inc., Brattleboro (USA) 2001; • GIORDANO, R., *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004; • Bauhaus-Universität Weimar, *Resources of Annex 31. IEA-BSC Annex 31,* as part of the German contribution to the international research project "*Energy related environmental impact of buildings*", www.uni-weimar.de/scc/PRO/	

GBA	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**EDIFICIO E SPAZI APERTI PERTINENTI.** Sia nuova fabbricazione di nuovo edificio che ristrutturazione dell'esistente.
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - DFA, DFS e DFD Software**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software GBA è uno strumento interattivo che agevola l'utente nell'identificazione delle corrette strategie di ecocompatibilità che possono essere incluse e adottate durante la progettazione di uno specifico edificio. Sulla base dei dati specifici di progetto il software infatti filtra ed elabora tra le 700 strategie contenute al suo interno, quelle attinenti al progetto, segnalandone la maggiore o minore importanza per il conseguimento di alte prestazioni ambientali dell'edificio. Le strategie in questo strumento sono intese le azioni, le procedure o le pratiche che adottate nei diversi momenti del ciclo di vita dell'edificio, gli conferiscono delle prestazioni ambientali migliori. Queste strategie possono essere ad ampio raggio, come il suggerimento di usare materiali biodegradabili, o a stretto raggio di azione, come ottenere uno specifico valore di trasmittanza. In ogni caso queste indicazioni, strategie o linee guida sono da intendersi come dei suggerimenti che vanno tenuti in considerazione durante la progettazione. Impiegato sia per l'analisi di un progetto di nuova costruzione che nel caso di un progetto di ristrutturazione di un edificio esistente, GBA mette a disposizione del progettista una serie di indicazioni da perseguire specifiche per il progetto indagato. Le strategie di ecocompatibilità sono mirate ad un miglioramento delle performance ambientali dell'edificio, ma anche ad un ottimizzazione dei costi e del benessere dell'individuo lungo il suo ciclo vita, dalla fase di predesign alla fase di demolizione. La peculiarità di questo strumento è proprio quella di saper filtrare in base ai dati di progetto le strategie attinenti, e di presentarle secondo un ordine di importanza da quelle essenziali per il soddisfacimento dei requisiti di ecocompatibilità del progetto a quelle meno vincolanti. Le diverse strategie, raccolte all'interno del suo database, sono il frutto di un lavoro di esperti attinenti i diversi settori e controllato da un panel esterno. Ogni strategia presentata è corredata da una serie di informazioni aggiuntive, che agevolano il progettista nella loro comprensione e gli permettono di individuare le eventuali sinergie o conflitti con altre strategie selezionate. Inoltre ogni strategia è accompagnata, quando possibile, da una serie di casi esempio che ne esplicano l'applicazione e dalla bibliografia da cui sono state tratte le indicazioni stesse e sulla quale è possibile compiere ulteriori approfondimenti. Le strategie come vedremo più avanti nella sezione database sono organizzate in cinque gruppi: *Site&ecosystems, Energy use, Water use, Resources & materials, Indoor Environment*, all'interno di ognuno di dei quali è possibile individuare ulteriori sottocategorie in cui sono riportate le diverse linee guida. La peculiarità del software di fornire le strategie in relazione allo specifico progetto e secondo un ordine di importanza nell'applicazione, non impedisce però all'utente la consultazione libera di tutte le strategie, senza che essere vincolati nell'analisi di un progetto specifico. Oltre ad essere elencate secondo un ordine d'importanza, le strategie ritenute attinenti al progetto, possono anche essere presentate sulla base di filtri di selezione che possono essere impostati dall'utente, in funzione: – dei costi di costruzione legati alle diverse strategie, – dei costi di esercizio relazionabili all'adozione di una linea guida; – del grado di difficoltà legato all'adozione di tale strategia; – di alcune specifiche fasi del ciclo di vita (*pre-design, design, construction e occupancy*) su cui si vuole concentrare l'attenzione per migliorarne le prestazioni ambientali;

DATA INPUT	L'analisi del progetto in corso inizia con lo specificare i dati principali relativi al progetto, come: – *Location*: viene specificato il luogo in cui è collocato l'edificio esistente da rinnovare o in cui si intende realizzare una nuova costruzione. In questa sessione, quindi si stabilisce il contesto territoriale in cui si inserisce l'edificio, caratterizzato dai suoi dati microclimatici. In questa sessione, GBA, mette a disposizione una serie di dati prestabiliti inerenti i parametri microclimatici dei diversi siti americani che è possibile selezionare su una mappa interattiva, oppure è possibile inserire dati relativi ad una specifica località. In questo secondo caso è necessario inserire 13 parametri che caratterizzano la situazione microclimatica in quel determinato luogo. I dati richiesti sono relativi al: tipo di clima, alle temperature medie, massime e minime, ai fattori di soleggiamento, al livello di precipitazioni e ai giorni di pioggia in un anno, ai giorni di gelo, alle umidità medie e la velocità delle correnti d'aria. – *Project information*: dove sono inserite le informazioni relative al progetto dell'edificio. Nello specifico in questa sessione, composta da diverse videate, sono da specificare: – *Project type*: cioè se il progetto è relativo ad una ristrutturazione, ad un ampliamento o a nuova costruzione; – *Scope of the work*: se l'analisi finalizzata alla progettazione dell'intero edificio o solo alla riprogettazione di alcune sua parti come gli interni; – *Building type*: dove si specifica la destinazione d'suo dell'edificio (residenziale, uffici, ecc.); – *Size of site*: dove di indica superficie del sito coinvolta; – *Building footprint*: cioè si specifica la percentuale dell'area occupata dall'edificio; – *Status of the site*: si descrive l'attuale stato del sito; – *Community density*: *Density*: dove di delinea il grado di sviluppo urbano demografico del sito, qui distinto in urbano, suburbani o rurale viene specificato se è un area classificata come urbana, suburbana, ecc. – *Building structure*: in questa parte vengono descritti gli aspetti specifici attinenti al progetto, come: – *Building size*: cioè l'area occupata dal fabbricato; – *Number of floor*: cioè il numero di piani; – *Type of construction*: cioè la tipologia costruttiva adottata per la sua struttura di elevazione; – *Compass orientation*: l'orientamento dell'edificio; – *Foundation*: cioè le strutture di fondazione adottate; – *Window coverage*: cioè la percentuale di superfici trasparenti; – *Windows configuration*: l'esposizione delle superfici vetrate. – *Building history*: se l'oggetto in progetto è la ristrutturazione di un edificio esistente, questa parte va compilata con dati relativi alla storia dell'edificio,come: – *year of construction:* anno di realizzazione del fabbricato; – *heating system*: sistema di riscaldamento attualmente esistente e relativo anno di realizzazione; – *cooling system*: tipo di sistema di raffrescamento e relativo anno di realizzazione; – *water heating system*: sistema di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria e relativo anno di realizzazione. Nel caso alcuni dati non siano conosciuti, è possibile non specificarli, ma ovviamente più la descrizione del progetto è dettagliata e maggiormente specifiche saranno le linee guida e le strategie suggerite dal software.
DATA OUTPUT	Una volta inseriti tutti i dati relativi al progetto, GBA elabora una selezione delle strategie più attinenti. Le strategie suggerite dallo strumento, mantenendo la catalogazione nei cinque campi in cui sono strutturate (*Site&ecosystems, Energy use, Water use, Resources & materials, Indoor Environment*)), sono elencate in sottogruppi, relativi alle cinque sezioni catalogate. Ad esempio nella sezione *Site&ecosystems*, le indicazioni sono organizzate in ulteriori 4 sottoambiti, come: scelta del sito, sviluppo del territorio, architettura del paesaggio e integrazione regionale (rispettivamente site selection, land development, landscaping, regional integration). Inoltre le linee guida elencate per ogni sottosezione sono ordinate secondo un criterio di priorità importanza distinto in tre livelli: *strongly recommended*, *moderate reccomended* o *not recommended*. Ognuna delle strategie selezionate per il progetto possono poi essere approfondite tramite una serie di dettagli supplementari (*strategy detail*), rispetto alla quale è possibile correlare i risultati attesi dall'adozione di tale strategia con alcuni aspetti che sottendono all'attività progettuale. Per ogni strategia elencata e consultata in dettaglio, l'utente ha la possibilità di avere una descrizione approfondita della strategia, dei suoi aspetti applicativi e dei benefici derivanti all'edificio dalla sua adozione.

	Per agevolarlo nella sua scelta, al progettista sono infatti fornite delle indicazioni ulteriori come: – *conflicts&synergies*: sebbene tutte le strategie siano indipendenti soluzioni progettuali, suggerite secondo un certo livello d'importanza, spesso tra loro esistono delle relazioni. Queste infatti possono presentarsi con finalità simili e lavorare in maniera sinergica, mentre altre volte l'adozione di una strategia si pone in maniera conflittuale rispetto ad un'altra selezionata, per occorre così fare una scelta. In questa sezione il software segnala le eventuali sinergie o criticità con altre strategie; – *Building Phases,Cost&Difficulty:* in questa sezione sono descritte le implicazioni economiche derivanti dall'adozione di una linea guida, oltre ad una valutazione del suo di difficoltà affrontato per la sua adozione. Sempre in questa sezione, infine viene sottolineata quale fase del ciclo di vita dell'edificio beneficia maggiormente dall'adozione di questa indicazione; – *Case Studies, References & Products*: sono elencati una serie di casi studio che hanno impiegato questa strategica, una bibliografia per approfondirne ulteriormente alcuni aspetti e un elenco dei prodotti presenti sul mercato che possono essere impiegati per il soddisfacimento di questo requisito; – *Strategic logic*:in questa sezione è illustrato l'algoritmo impiegato dal software per elencare le strategie secondo un ordine di priorità.
 VALUTAZIONE ECONOMICA	Nello specifico GBA, per ogni linea guida-strategia consultata, fornisce una stima dei costi di costruzione(*first cost*) legati alla sua adozione con un'analisi dei costi di esercizio (*lifetime cost*) sempre legati alla strategia considerata. La stima viene fatta su cinque categorie di valori: molto bassi, bassi, normali, alti, molto alti rispetto ai tradizionali costi convenzionali legati a quella indicazione. Con lo stesso grado di valutazione viene anche valutato il grado di difficoltà nell'adozione di questa strategia. Volendo l'utente ha la possibilità di applicare degli ulteriori filtri nella selezione delle strategie attinenti al suo progetto, che vanno oltre le caratteristiche e i dati del sito e del progetto, come i filtri che selezionano le strategie in funzione dei loro costi investimento o dei loro costi di esercizio. Per esempio, in relazione ai costi, è possibile impostare la selezione del programma in modo che visualizzi solo le strategie con dei bassi costi di esercizio, ecc.
 CICLO DI VITA	Nella selezione di strategie inerenti il progetto, suggerite da GBA, sono prese in considerazione strategie che hanno delle ricadute ambientali sulle seguenti fasi del ciclo di vita: *pre-design, design, construction e occupancy* Ci sono infatti strategie orientate al miglioramento della fase di costruzione o alla fase di pianificazione, ecc. In merito alla fase di fine vita le strategie suggerite sono solo limitate ad un impiego razionali delle fonti energetiche. Sebbene però le diverse strategie siano orientate alle diverse fasi del ciclo di vita, e per ognuna di esse sia segnalata la eventuale sinergia o conflitto con altre indicazioni suggerite, il software non da una valutazione complessiva delle conseguenze derivanti dall'adozione di tutte le indicazioni sull'intero ciclo di vita dell'edificio indagato. Lo strumento infatti si vuole porre solo come uno strumento qualitativo di supporto alle decisioni che agevola il progettista nella scelta di soluzioni strategiche.
 UTENTE TIPO	GBA è stato sviluppato per essere impiegato da **architetti e altri progettisti, istituzioni universitarie, imprese costruttrici, facility manager e proprietari degli immobili stessi**. Inoltre si ritiene che il suo impiego potrebbe anche esser un ulteriore strumento di supporto alle decisioni a livello amministrativo-territoriale.
 UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio bassa**. Il software è stato per essere impiegato da diverse tipologie di utenze. – **BUILDING PROCESS DESIGN.** L'impiego di questo strumento può essere molto utile durante le **fasi di metaprogetto e di progettazione preliminare**. Lo strumento però, presentandosi come strumento interattivo, che fornisce una serie di indicazioni in funzione dei dati specifici del progetto o di alcuni filtri e criteri di selezione che è possibile impostare, può essere impiegato reiteratamente diverse volte per l'analisi dello stesso progetto durante i diversi momenti del suo sviluppo (progettazione, costruzione, ecc.) per introdurre nuove variabili che si sono presentate e dati più specifici di progetto, che si possono delineare solo con il procedere del percorso progettuale.

GBA, include al suo interno una serie di database, tra cui il principale contenente più di 700 strategie e linee guida.
Questo database principale elenca tutte e 700 le strategie organizzate nelle seguenti cinque sezioni:

– *Site&ecosystems:* sono raccolte in questa sezione le strategie mirate alla minimizzazione degli impatti dell'edificio sul territorio circostante e sull'ecosistema
– *Energy use:* sono riunite in questo gruppo tutte le indicazioni volte a ridurre i consumi energetici durante le diverse fasi del ciclo di vita dalla sua progettazione sino alla sua demolizione;
– *Water use:* sono raggrupate le strategie inerenti i consumi razionali di acqua. In questa sezione non sono tenute in considerazione gli eventuali inquinamenti delle acque considerati invece nella sezione site&ecosystems;
– *Resources & materials:* sono raccolte in questo gruppo le indicazioni relative ai consumi di materiali (escluse fonti energetiche e acqua) e alla corretta gestione dei rifiuti e degli scarti provenienti dalle attività di C&D;
– *Indoor Environment:* sono riunite in questo gruppo le indicazioni strategiche legate alla qualità degli ambienti interni e alla salute dei suoi occupanti.

Ognuna di questi cinque grandi gruppi è poi ulteriormente suddiviso in sottoambiti

Oltre a questo database principale all'interno del software sono presenti altri tre database che interagiscono con il primo e raccolgono una serie di informazioni, come:

– *case study library*: cioè una libreria contenente 22 casi studio relativi ad edifici ecocompatibili, che possono anche essere di esempio per l'applicazione di alcune strategie,
– *reference library*: che riporta la principale bibliografia inerente l'argomento trattato nella strategia;
– *product library*: che elenca invece i diversi prodotti esistenti in commercio che possono coinvolti per il perseguimento di una specifica strategia;

Nel database, inoltre, sono inseriti anche i parametri microclimatici che caratterizzano le principali città americane. Questi dati possono essere facilmente richiamati, semplicemente selezionando la città dalla mappa interattiva messa a disposizione oppure possono essere personalizzati e salvati con i dati microclimatici di specifiche realtà geografiche.

Nel caso in cui l'utente non abbia un progetto specifico da analizzare, ma voglia analizzare liberamente le diverse strategie raccolte in questo strumento, potrà visualizzare liberamente i dati contenuti nelle diverse librerie senza restrizioni.
In questo caso però le strategie saranno sempre organizzate in sezioni e sottosezioni, ma non sarà espresso il loro livello d'importanza. Valutazione che viene fontina solo sulla base di informazioni specifiche di un progetto.

Infine, se l'utente può personalizzare l'analisi in funzione del sito e dei suoi parametri microclimatici, non può invece intervenire aggiungendo strategie o indicazioni personali.

INFORMAZIONI GENERALI	IdeMat
1 SVILUPPATO DA	**Design for Sustainability Program - Faculty of Design, Engineering and Production – Delft University of Technology**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**Delft University of Technology** **Faculty of Design, Engineering and Production** Design for Sustainability Program Landbergstraat 15 2628 CE Delft - The Netherlands Phone: +31 15 27 82738 Fax: +31 15 27 82956 E-mail: Idemat@io.tudelft.nl Website: www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm
3 VERSIONE IN COMMERCIO	**Versione IDEMAT 2005**, disponibile in formato single e multiuser, in due versioni: • **Professional Edition**: contiene alcune funzionalità che permettono di compilare ed inserire informazioni supplementari e di impostare i criteri di ricerca del materiale incrociando tutte le proprietà e gli indicatori ambientali a disposizione; • **Student Edition**: contiene gli stessi dati forniti nella Professional Version, ma con alcune funzionalità limitate. Per esempio la ricerca di un materiale si diversi parametri è possibile solo incrociando i valori dei costi e degli Eco-indicator 95; • **Online version**: è disponibile una versione consultabile direttamente online, ma limitata al campo dei materiali. Dati relativi a processi e componenti non sono inclusi in questa versione. • **Versione demo**: scaricabile direttamente dal sito:www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/download/download.htm
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium, con 32 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 95 e successive versioni • **Spazio occupato:** 45 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI** • Il software è fornito come **singolo programma**. Si tratta di una vera e propria banca dati a cui possibile accedere alla consultazione secondo diversi criteri di ricerca. • **Interfaccia con altri programmi**. I dati relativi ad un determinato processo o materiale forniti da IDEMAT 2005 possono essere facilmente copiati ed incollati all'interno di un comune programma di scrittura (Microsoft Word Office, ecc.). Questo database si interfaccia con il software EcoScan 3.0, prodotto dalla TNO Industrial Technologies, in cui è possibile importare direttamente dati IDEMAT. • *Il software è una **vera e propria bancadati**. Contiene al suo interno informazioni sui principali e più comuni, materiali, processi e componenti.* • **Grafica a finestre e menu.**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm; • Versione demo del software scaricata direttamente dal sito; • ALLIONE, Cristina, Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999; • GOEDKOOP, Mark, (et Alii), Eco-indicator 99. Manual for Designers. A damage oriented method for life Cycle Impact Assessment, Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2000; • GOEDKOOP, Mark , DEMMERS, Marjolein, COLLIGNON, Marcel, The Eco-indicator 95, Manual for Designers, NOH report 9524, Prè consultants, Amersfoort, Netherlands, Update version, 1996.

IdeMat

INFORMAZIONI SPECIFICHE

OGGETTO DI ANALISI	**MATERIALI, PROCESSI tecnologici ed energetici E COMPONENTI**
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - SELECTION MATERIALS SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	IDEMAT è uno strumento software utile durante la fase progettuale per la selezione dei materiali più indicati per una determinata applicazione. In pratica si tratta di un vero e proprio database che contiene dati e informazioni sulle prestazioni fisico meccaniche, termiche, elettriche, ecc. e sulle performance ambientali dei più comuni materiali, processi di trattamento e componenti. Il software è fornito di funzionalità che agevolano la consultazione del database, mettendo a disposizione dell'utente diverse modalità di ricerca. In base ai parametri di ricerca fissati, IdeMat elabora una lista di materiali o processi che potenzialmente potrebbero essere utili per quella particolare applicazione. Per ogni materiale selezionato, IdeMat fornisce un profilo delle sue prestazioni tradizionali (proprietà fisico, meccaniche, termiche ed elettriche, ecc.) e un un profilo ambientale espressa secondo tre sistemi di valutazione, Eco-indicator 95, EPS o Exergia. In conclusione all'interno del database sono recuperabili valutazioni sintetiche dei materiali e processi che verranno coinvolti durante l'intero ciclo di vita del prodotto analizzato. Il ricorso a questi valori, esportabili direttamente all'interno di altri programmi software, come EcoScan, che ne consentono la loro gestione, possono fornire una valutazione complessiva dell'intero ciclo di vita di un prodotto.
DATA INPUT	Per la ricerca e selezione dei materiali o processi tecnologici più adatti è infatti possibile ricorrere ad alcuni filtri di selezione, basati sui seguenti criteri: - proprietà (*Properties*): possono essere fissati limiti massimi e minimi che le proprietà del materiale devono rispettare; - applicazioni (*Applications*): i materiali possono sono ricercati in funzione delle prestazioni che dovranno soddisfare durante una loro specifica applicazione o sottoposti a determinate condizioni di carico; - tecnologie (*Technologies*): i materiali possono essere selezionati in relazione alle tecnologie con le quali si pensa di processarli; - categorie (*Categories*): si possono escludere a priori dal campo di ricerca delle categoria di materiali, delle tipologie o dei singoli materiali.
DATA OUTPUT	IDEMAT, in base ai parametri di ricerca fissati, elabora una lista di materiali o processi che potenzialmente potrebbero essere utili per quella particolare applicazione. Per ogni materiale o processo selezionato sono forniti due diversi profili di informazioni: – un profilo prestazionale: con valori riferibili alle proprietà fisico, meccaniche, termiche ed elettriche, dei materiali o processi selezionati, oltre ad una stima del loro prezzo; – un profilo ambientale: in cui vengono fornite tutte le informazioni ambientali del materiale (o processo) selezionato ed una valutazione dei suoi carichi energetico-ambientali, espressa con un singolo punteggio, comprensivo dei processi a monte necessari per ottenerlo. La valutazione energetico-ambientale del materiale o processo, viene fornita secondo tre sistemi di valutazione, Eco-indicator 95, EPS o Exergia, che assumono come fondamento teorico la metodologia scientifica di LCA, ma permettono, tramite sistemi di semplificazione di riassumere i risultati di un'analisi di LCA in un singolo punteggio indicativo del suo grado ambientale, dove al più alto valore corrisponde un impatto maggiore. – Eco-indicator 95: i valori forniti in Eco-indicator 95 sono stati calcolati in accordo con il metodo omonimo, e sono espressi in millipoints (mPts) per unità funzionale, dove per unità funzionale si intende la produzione di un kilo di quel materiale. Il valore in mPts è calcolato sulla base di precedenti e compiute analisi di LCA di

<table>
<tr><td></td><td>
quel materiale o processo, svolte in accordo con la procedura stabilita dalla norme ISO.
– EPS (Environmental Priority Strategy): sono invece degli indicatori che rappresentano il danno causato dalla produzione di un materiale o da un processo, espresso in termini finanziari, come ELU, dove un ELU corrisponde approssimativamente al valore di un ECU.
– Exergia: questi indicatori sono calcolati dal rapporto tra l'energia consumata per produrre il materiale (exergy in) e l'energia ancora contenuta nel materiale che può essere ancora impiegata (exergy out) ed indica la perdita di energia associata con la produzione di una sostanza.

Infine, tramite il ricorso a grafici o tabelle, è possibile fare una comparazione di più materiali selezionati, secondo tre sistemi diversi:
- high-low graph: che permettono di paragonare i diversi materiali selezionati in funzione di un parametro da fissare (una proprietà o un indicatore di valutazione ambientale);
- scattergram: dove i materiali selezionati possono essere comparati sulla combinazione di due proprietà;
- table: dove è possibile comparare singolarmente tutte le proprietà riportate per ogni materiale.

All'interno del database sono recuperabili valutazioni sintetiche dei materiali e processi che verranno coinvolti durante l'intero ciclo di vita del prodotto analizzato.
Il ricorso a questi valori, esportabili direttamente all'interno di altri programmi software, come EcoScan, che ne consentono la loro gestione, possono fornire una valutazione complessiva dell'intero ciclo di vita di un prodotto.
</td></tr>
<tr><td>
VALUTAZIONE ECONOMICA</td><td>
La valutazione ambientale dei materiali o dei processi selezionati espressa in EPS, considera e quantifica in ELU, anche i costi legati alla produzione di un materiale o di processo.
</td></tr>
<tr><td>
CICLO DI VITA</td><td>
All'interno del database sono riportati materiali e processi che consentono di descrivere e valutare in EcoPoints, l'intero ciclo di vita del prodotto analizzato.

Gli indicatori riportati per ogni materiale, infatti, sono comprensivi di tutti i carichi associati dall'estrazione delle materie prime sino alla produzione del materiale finito pronto per i successivi processi di trasformazione coinvolti durante la fase di produzione, ed anche di quelli relativi ai diversi trattamenti di fine vita a cui possono essere destinati.
Per quanto riguarda i processi sono riportati le valutazioni dei più comuni processi che verranno coinvolti durante l'intero ciclo di vita del prodotto.
</td></tr>
<tr><td>
UTENZA TIPO</td><td>
Questo database proprio perché fornisce una valutazione in Eco-indicator 95 di un materiale o di un processo, fondata sul metodo di valutazione omonimo, è stato sviluppato appositamente per agevolare durante la fase progettuale, una valutazione delle prestazioni energetico-ambientali di un prodotto in progetto.
Si tratta quindi di uno strumento rivolto ai designer e ai progettisti, che così hanno a disposizione un sistema pratico e veloce per valutare le diverse alternative progettuali.
</td></tr>
<tr><td>
UTILITÀ</td><td>
– Difficoltà di impiego: medio-bassa. Il software presenta un interfaccia grafica molto semplice che, tramite criteri di ricerca semplici o avanzati, agevola la consultazione veloce dell'ampio panorama di materiali e processi maggiormente impiegati e la loro selezione.

– PRODUCT DESIGN PROCESS. Questo software, adottando il sistema di valutazione Eco-indicator, è stato sviluppato proprio per agevolare le fasi di Concept e Product Design. Il ricorso a questo tipo di valutazioni infatti non è accettato in campo normativo o nelle procedure di certificazione di un prodotto.
</td></tr>
<tr><td>
DATABASE</td><td>
Le informazioni e i dati raccolti all'interno del database IDEMAT, si riferiscono a più di 400 materiali, processi tecnologici e componenti tra quelli più comunemente impiegati, raccolti all'interno del database secondo una struttura gerarchica ad albero.

In relazione ai:
– <u>materiali</u>: sono individuate le seguenti principali categorie: ceramiche, fibre, vetro, laminati, metalli ferrosi e non ferrosi, polimeri, legno e miscellanei. A loro volta ogni categoria è ulteriormente suddivisa in diverse tipologie di materiali, in cui all'interno di ognuno sono riportati tutti i tipi di materiali. All'interno del database non sono riportati dati relativi alle sostanze chimiche, perché il software si occupa di materiali strutturali impiegati durante la progettazione;
– <u>processi</u>: nel database sono compresi tutti i processi di trasformazione più comuni per ottenere dei semilavorati pronti per essere immessi nella catena produttiva di un prodotto, i processi necessari per ottenere l'energia utile
</td></tr>
</table>

	durante la fase di produzione o di uso, ecc. (come elettricità a basso o ad alto voltaggio, ecc.), i diversi processi di trasporto, via cielo, mare e terra (di cui viene valutat il consumo di carburante o i chilometri percorsi), i diversi trattamenti di fine vita, come il riciclaggio, incenerimento, discarica, con le relative modalità di raccolta dei materiali; – componenti: sono fornite informazioni relative a profilati metallici, in alluminio, acciaio e ottone, con sezione circolare o quadrata. Per ognuno di essi vengono fornite informazioni relative alle loro dimensioni, ai loro costi e ai loro valori economici espressi in DFl/m, (fiorini olandesi al metro). Per elemento individuato, material o processo, sono riportate circa 6 pagine di informazioni, così distinte: - categoria (*category*): viene fornita una descrizione del materiale o processo in consultazione; - tipo (*type*): vengono fornite alcune note aggiuntive sui processi di fabbricazione del materiale, che possono influenzare le loro proprietà finali del materiale; - proprietà (*properties*): sono elencati tutti i valori relativi alle diverse proprietà fisico-meccaniche, elettriche, termiche del materiale, oltre ad una stima del prezzo del materiale; - dati ambientali (*environmental data*): viene fornita una valutazione dei loro carichi energetico ambientali espressa in Eco-indicator, EPS o Exergia, ed inoltre viene rappresentato graficamente come un diagramma di flusso, il sistema di processi che hanno portato alla definizione di quel materiale; - flussi di input/output (*input-output*): sono elencati i valori di materiali o energia in entrata ed in uscita, che sono intervenuti per avere il materiale pronto per essere impiegato nella fabbricazione e produzione di un componente. Su questi dati sono state elaborati i dati di Inventario e le valutazioni di impatto, poi espresso come Eco-indicator, EPS o Exergia. Nella versione professionale del software è possibile personalizzare il database, aggiungendo nuovi materiali e processi e nuove tipologie di proprietà o tecnologie, senza compromettere i dati del database originale.

INFORMAZIONI GENERALI	LCAiT
SVILUPPATO DA	**CIT EKOLOGIK - A DIVISION OF CHALMERS INDUSTRITEKNIK**
PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**CIT EKOLOGIK** **A division of Chalmers Industriteknik** Chalmers Sciencepark SE 412 88 Gšteborg - Sweden Phone: +46-31 772 40 20 Fax: +46-31 82 74 21 E-mail: info@lcait.com Website: http://www.lcait.com/01.html
VERSIONE IN COMMERCIO	*Versione 4.* Il software è disponibile in diversi formati,sia in versione single che multiuser, in funzione dei diversi utenti. Si hanno infatti a disposizione: • ***LCAiT Light Edition:*** per utenti principianti o progetti su piccola scala. Questa versione, disponibile gratis on-line, presenta delle funzionalità limitate, non consente l'importazione e l'esportazione dei dati, ne permette di stampare i risultati; • ***LCAiT Basic:*** per utenti esperti della metodologia LCA. Questa versione consente la raccolta di dati propri e contiene al suo interno un database su energia e trasporti; • ***LCAiT Basic plus Data:*** per utenti esperti della metodologia LCA. Questa versione, oltre a contenere il database relativo a processi energetici e trasporti, può essere integrato con un ulteriore database specifico di determinati contesti; • ***LCAiT Start Up:*** è uno strumento dedicato a quelle aziende che vogliono costruire un database relativo al proprio sistema produttivo. Oltre a contenere al suo interno il database di base sui processi energetici e i trasporti, il software può essere integrato con un set di dati relativi ad uno specifico contesto produttivo, e contiene un modulo per l'inserimento e la compilazione dei dati interni. Inoltre con questo tipo di licenza è fornito il supporto di esperti della CIT Ekologik che assistono nell'impostazione della gestione delle varie valutazioni di LCA, che vengono svolte all'interno dell'azienda; • ***LCAiT Univerity Special:*** è una versione simile alle versione Basic, ma disponibile ad un prezzo più conveniente purché non venga impiegata per scopi commerciali con terze parti • ***Versione demo:*** *è possibile scaricare* gratuitamente la versione *LCAiT Light Editing* dal *sito* http://www.lcait.com/01_2.html
SISTEMA HARDWARE	• ***Piattaforma operativa:*** PC • ***Processore:*** Pentium, Celeron, AMD, ecc., CPU. È necessario che sia installato anche Microsoft Office 97/2000 • ***Sistema operativo:*** Microsoft Windows 95/98 e successive versioni. • **Spazio occupato:** 31,6 Mb
STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • **Il software è fornito come singolo programma,** contenente al suo interno diverse funzionalità che assicurano le varie operazioni di calcolo possibili. • **Interfaccia con altri programmi.** I risultati elaborati con il software possono essere elaborati in formato ASCII, che ne consente l'esportazione come fogli di lavoro. • Il software contiene al suo interno **una propria bancadati**, in continuo aggiornamento e integrabile dall'utente stesso. Inoltre è possibile acquistare dei database specifici perfettamente integrabili con il database fornito e relativi ad alcuni specifici materiali o contesti. • **Grafica a finestre e menu.**
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito http://www.lcait.com/01.html; • Versione demo scaricata dal sito; • ERIXON, Maria, CARLSON, Raul, PALSSON, Ann-Christin, *Measuring the environmental impact of products, CPM's experiences of tools, methods and provision of information*, Industrial Environmental Informatics, Chalmers University of Technology, Swedish Environmental Protection Agency, 2003; • ERIXON, Maria, *Formatting Data for EAA. According to the CPM Data Documentation Criteria*, Chalmers University of Technology, CPM-report 2002:2, 2002;

LCAiT	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
1 **OGGETTO DI ANALISI**	**PRODOTTO** o sistema di processi che porta al prodotto finito.
2 **TIPOLOGIA**	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE INVENTORY SOFTWARE**
3 **OBIETTIVI E METODOLOGIA**	LCAiT è un software che consente di svolgere una valutazione di LCA, sin dalle prime fasi di progettazione. Tutte le informazioni relative al sistema analizzato (prodotto o sistema di processi), sono visualizzate in una finestra principale dove sono di facile accesso le varie funzioni. In questa finestra si trovano: – lo spazio di lavoro dove viene definito il sistema in esame; – il diagramma di flusso (flowchart) dove sono evidenziati tutti i processi compresi nel ciclo di vita analizzato; – una sezione dove è possibile visualizzare simultaneamente diversi database dai quali è possibile copiare direttamente i dati; – una sezione in cui è possibile scegliere da un database dedicato che riporta diversi fattori di caratterizzazione (characterization factor) per i potenziali impatti ambientali ed inserirli nella procedura di calcolo; – una sezione in cui inserire dei propri fattori di caratterizzazione tramite l'importazione di file in formato ASCII.
4 **DATA INPUT**	Tutti gli input e gli output dei processi considerati possono essere facilmente documentati, modificati o cancellati. Tutti i dati sono riportati in un formato standard SPINE (*Sustainable Product Information Network for the Environment*), sviluppato all'interno del progetto Nordic NEP-project che consente di manipolare e maneggiare efficacemente le informazioni ambientali impiegate in una valutazione di LCA. Tramite questo formato è infatti possibile scambiare informazioni ambientali con terze parti in maniera trasparente, garantendo la qualità e l'affidabilità dei dati.
5 **DATA OUTPUT**	I risultati derivanti dall'analisi di inventario, possono essere visualizzati come *Inventory Matrix*, dove sono riportati tutti i flussi di risorse in input e output, distinti secondo diverse categorie: risorse impiegate, emissioni in aria, emissioni in acqua, ecc.. Anche i risultati derivanti dalla successiva fase di valutazione degli impatti, possono essere espressi come matrici o come diagrammi. Tutti i risultati forniti dal software possono essere facilmente esportati su un qualsiasi foglio di calcolo salvati in un proprio database. Una funzionalità di LCAiT permette di comparare i risultati derivanti da diverse analisi di LCA simultaneamente (senza restrizioni di numero) all'interno di uno stesso diagramma e di salvare queste analisi comparative.
6 **VALUTAZIONE ECONOMICA**	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative all'oggetto di studio.
7 **CICLO DI VITA**	Il software consente di delineare e analizzare tutte le diverse fasi del ciclo di vita del prodotto analizzato, distinguendole nelle seguenti fasi: produzione, uso, dismissione e gestione dei rifiuti, produzione di energia e trasporti. Una volta inseriti tutti i dati relativi alle diverse operazioni unitarie, il ciclo di vita viene visualizzato come un diagramma di flusso (*flowchart*), dove sono evidenziati tutti i flussi di input/output tra di diversi processi considerati, durante le diverse fasi considerate.

UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato per essere impiegato da diverse tipologie di utenze: **utenti principianti, esperti di LCA,** aziende che vogliono svolgere e gestire diverse valutazioni di LCA dei propri contesti produttivi. Inoltre sono rilasciate delle licenze apposite per gli ambiti universitari e per gli studenti, ad un prezzo scontato, purché non impiegate per scopi commerciali.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** In funzione della diversa tipologia di utenza sono disponibili versioni più o meno semplificate. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** Questo software, come specificato nel materiale relativo, si propone come uno strumento utile, facile da impiegare sin dalla fase di **Concept Design**, quando ancora il momento delle decisioni è ancora molto lontano.
DATABASE	I dati di inventario possono essere estratti da diversi database tutti contenuti all'interno del database standard fornito con il software. Questi database contengono al loro interno dati espressi secondo il formato SPINE, affidabili, facilmente comunicabili e scambiabili, con tutte le informazioni rilevanti per un analisi di LCA. All'interno del database standard sono contenuti 100 diversi set di dati espressi come operazioni unitarie, attività non aggregate e processi aggregati, relativi a diversi processi energetici, dalla produzione e consumo di combustibili, alla produzione di elettricità e diverse modalità di trasporto. Il database può essere ulteriormente integrato e personalizzato con l'acquisto di ulteriori set di dati relativi a specifici contesti: metalli, sostanze chimiche, materiali da costruzione, plastiche e polimeri, processi di riciclaggio, gestione dei rifiuti, produzione di carta e pasta di legno, agricoltura (produzione di fertilizzanti, depauperamento delle foreste e coltivazioni intense da semina). Inoltre al suo interno sono anche contenute delle librerie dove sono riportati i principali fattori di caratterizzazione relativi ai potenziali effetti che possono venire a generarsi in seguito agli impatti individuati con l'analisi di inventario. I fattori di caratterizzazione sono previsti per i seguenti effetti ambientali: acidificazione, effetti cancerogeni sulla salute umana, ecotossicità negli ecosistemi acquatici e terrestri, eutrofizzazione, esaurimento dei combustibili fossili, riscaldamento globale, sostanze tossiche per la salute umana rilasciate in acqua, aria e terra, uso del territorio, assottigliamento dello strato di ozono, creazione di ossidanti fotochimica (smog estivo)esaurimento delle risorse, effetti sulla respirazione umana e rifiuti. Infine nel database è contenuta un ulteriore libreria dove sono raccolti diversi fattori di valutazione (w*eighting factors*) che permettono di elaborare una valutazione, secondo punteggi più o meno aggregati. I sistemi di valutazione compresi al suo interno sono: – EPS 2000 (*Environmental Priority Strategies in product design*), – ET (*Environmental Theme method*) a loro volta suddividibili in funzione dei diversi contesti geografici come: ET political goal - Sweden, ET long term - Sweden, ET normalised method - Sweden, ET normalised method – Netherlands; – ECO (*Ecoscarsity*), riferiti ai seguenti contesti geografici Eco Sweden 19998., ECO Norwy, ECO Netherlands, ECO Switzerland; – Tellus; – Eco.indicator 95-99; – EDIP; – SU Sweden 99; – ExterE Sweden 98.

INFORMAZIONI GENERALI	**Lisa**	
1 SVILUPPATO DA	**Dr Louis Wibberly, Research Leader, Sustainable Technology, BHP Billiton Technology** **Glenn Dennison, Centre for Sustainable Technology, University of Newcastle**	
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**BHP Billiton Limited** ***Sustainable Development*** BHP Billiton Centre 180 Lonsdale Street Melbourne Victoria 3000 - Australia Phone: (61) 1300 55 47 57 Fax: (61 3) 9609 3015 E-mail: hsec@bhpbilliton.com Website: www.bhpbilliton.com.au	**University of Newcastle** **Centre for Sustainable Technology** Research Services Chancellery The University of Newcastle University Drive CALLAGHAN NSW 2308 - Australia Phone: +61 2 49217733 Fax: E-mail: Website: www.newcastle.edu.au
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 3.0** • **Costo,** disponibile gratuitamente dal sito : www.lisa.au.com • **Versione demo,** è possibile scaricare direttamente una copia dal programma dal sito: www.lisa.au.com	
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa**: PC • **Processore:** Pentium • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 95 e successive versioni • **Spazio occupato:** non specificato	
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO E BANCADATI.** Il software è strutturato in due interfaccie, la *Designer Interface*, dove l'utente comune può consultare i casi studio riportati nel database del modello e la *Developer Interface*, alla quale possono accedere solo gli utenti autorizzati ad inserire nuovi casi studio e informazioni. • **Il software è fornito come singolo programma,** contenente al suo interno diverse funzionalità che consentono di illustrare le analisi dei diversi casi studio secondo diverse modalità. • **Non interfaccia con altri programmi.** • **Il software contiene al suo interno una propria bancadati** che raccoglie le valutazioni delle prestazioni ambientali di selezionati casi studio selezionati dalla BHP, cioè valutazioni di LCA di edifici prevalentemente situati in Australia e quindi con dati relativi a quel contesto geografico. • **Grafica a finestre e menu**	
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.lisa.au.com; • Versione gratuita del software scaricata direttamente dal sito; • Centre for Design at RMIT University, *Background Report. LCA Tolls, Data and Application in the Building and Construction Industry*, Environment Australia, Department of the Environment and Heritage, January, 2001; • AAVV, *Greening the Building Life Cycle. Life Cycle Assessment Tools in Building and construction. Building LCA Tools description,* Environment Australia, Department of the Environment and Heritage, January, 2001	

Lisa	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**EDIFICIO,** considerato composto da **UNITÀ TECNOLOGICHE O ELEMENTI TECNICI** comunemente impiegati in edilizia.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE o LIFE CYCLE INVENTORY SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Obiettivo del software è quello di fornire ai designer ed ai progettisti uno strumento di supporto alle decisioni basato sulla metodologia LCA, che li assista durante la progettazione di un edificio secondo i criteri di ecocompatibilità. Viste le problematiche e le complessità legate alla conduzione di una valutazione di LCA, questo strumento software è stato realizzato con lo scopo di agevolare l'identificazione delle questioni ambientali chiave in un edificio, fornire ai designer un facile strumento per valutare gli aspetti ambientali della loro progettazione e agevolarli nel compiere delle scelte progettuali coerenti e basate sulle considerazioni delle sue performance ambientali durante l'intero ciclo di vita dell'edificio. LISA (LCA in Sustainable Architetture) è uno strumento di supporto alle decisioni semplificato ed efficace studiato per essere applicato nel settore delle costruzioni e basato sulla metodologia LCA. L'approccio al ciclo di vita e le regole di allocazione dei carichi impiegati nel modello sono conformi alle linee guida ISO (ISO 14040- 14044) per l'LCA e consentono di simulare contesti edilizi il più simili alla realtà. Secondo queste linee guida, per condurre un analisi con questo software devono essere fissati con chiarezza i confini del sistema indagato e garantita la trasparenza dei dati impiegati. La valutazione fornita dallo strumento permette di tenere in considerazione o meno i valori di energia di feedstock del legname e i dati di Life Cycle Inventory – LCI – legati alla produzione siderurgica complessiva e dell'acciaio, su una base di dati di produzione media. Il software basato su una serie di casi studio, di cui sono presentati all'utente lo studio e i risultati dell'analisi di LCA, consente all'utente partendo da questi casi di tipo di simulare e variare i parametri impiegati per comprendere come le conseguenze ambientali possono essere diverse. Le diverse variazioni possono essere salvate dall'utente con un altro nome. Per ogni caso studio vengono esposti con chiarezza le equazioni e i dati impiegati per il calcolo del consumo dei materiali e emissioni per ogni singola voce coinvolta in una delle fasi del ciclo di vita. Inoltre per ogni voce sono riportate le equazioni che consentono di quantificare le relazioni tra le voci di costruzione e i materiali impiegati. Le equazioni all'interno del software possono essere calcolate in funzione di tre parametri: – *analysis period*, che esprime il consumo di materiale su un certo periodo, – *per years*, che riporta il consumo annuo di materiale – *per unit*, riportando il consumo relativo ad ogni singola voce, senza considerare l'arco temporale, durante il quale potrà essere sostituito o il suo consumo totale su un fissato periodo di tempo. I risultati sono riferiti come valori di LCI, espressi come consumi energetici e gas emessi relativi alle diverse fasi del ciclo di vita, visualizzati come istogrammi o possono essere anche già dettagliati riportando un elenco dei diversi materiali impiegati per ogni voce nelle fasi del ciclo di vita e come energia consumata ed emissioni associate alla produzione di ogni materiale.
DATA INPUT	L'utente può solo analizzare una serie di casi tipo, contenuti nel modello, ma non può simulare nuove analisi e valutazioni, ne può modificare i dati riportati in ogni caso tipo. L'accesso al modello all'utente medio è consentito solo nella *Designer Interface* dove potrà consultare i diversi casi tipo e simulare eventuali variazioni. Sulla base dei casi tipo all'utente è infatti consentita solo la variazione di componenti con altri per constatare le diverse prestazioni ambientali e il salvataggio con altro nome di queste simulazioni. Solo gli utenti autorizzati dalla BHP possono immettere nel database nuovi casi studio.

DATA OUTPUT	Il modello illustra le prestazioni ambientali dei casi studio riportati, espressi in forma grafica come istogrammi o in formato numerico come tabelle. I risultati esprimono gli impatti ambientali (cioè le valutazioni di LCI) durante le diverse fasi del ciclo di vita dell'edificio indagato in funzione delle categorie di impatto che si è stabilito di considerare nella valutazione. In generale le valutazione vengono espresse secondo le seguenti categorie di impatto: consumi energetici, di acqua ed emissioni di CO_2 (gas serra), NO_x, SO_x, NMVOC (composti organici volatili non metanoli), SPM (particelle di polveri sospese) per ogni elemento o componente tecnico coinvolto nelle fasi del ciclo di vita. Le valutazioni di ogni singola fase illustrano, come istogrammi, gli impatti dei diversi elementi coinvolti in relazione alle categorie d'impatto fissate. Inoltre per ognuno di questi possono essere visualizzati i consumi di materiale (*Bill of materials*) e le risorse energetiche e le emissioni associate alla produzione di ogni materiale (*Based materials data*).
VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative all'oggetto di studio.
CICLO DI VITA	Le analisi delle prestazioni ambientali dei casi studio riportati nel software Lisa sono relative all'intero ciclo di vita dell'edificio. Ciclo di vita che generalmente è distinto nelle seguenti fasi o stage: costruzione (*Construction*), arredamento ed allestimento (*Fit-out*), fattori di riscaldamento e raffrescamento (*Heating/cooling factors*), equipaggiamento e apparecchiature (*Appliance*), uso (*Utilisation*), riparazione e manutenzione (*Repair/maintenance*), dismissione (*Decommissioning*) e trasporti dei materiali (*Materiala transport*). Le fasi di dismissione e trasporto sono poi ulteriormente distinte di sottofasi. Nella fase di dismissione infatti i valori degli impatti possono essere globali o riferiti alle distinte fasi di construction, fit-out e appliance e riportano la percentuale di materiale che possono essere recuperate da ogni componente. La stessa cosa succede per il trasporto dei materiali, che comprende i materiali trasportati in cantiere, e quelli trasportati per il riciclo e la loro dismissione. Per ognuno di questi sono specificate le modalità e i km percorsi e sono riportati i diversi impatti riferiti alle fasi di Construction, Fit-out, Appliance, Repair/Maintenance o Decommissiong.
UTENZA TIPO	Il software è stato sviluppato per essere impiegato dagli **architetti e designer** per agevolarli nella scelta delle soluzioni progettuali migliori da un punto di vista ambientale, basando la scelta su valutazioni condotte secondo la metodologia riconosciuta di LCA
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software si presenta con un'interfaccia grafica molto semplice e consente all'utente di visionare i diversi casi studio e simulare dei cambiamenti nell'uso di diversi componenti, constatandone le diverse prestazioni. – **BUILDING DESIGN PROCESS**: questo software è molto utile nelle prime **fasi di metaprogetto e progettazione preliminare** dell'edificio. Il suo impiego consente di valutare come la corretta scelta di materiali e soluzioni tecnologica può influire sulle prestazioni energetico-ambientali dell'edificio lungo il suo intero ciclo di vita.
DATABASE	All'interno del software sono riportati una serie di casi studio relativi a diverse tipologie di edifici, edifici residenziali, edifici per università, palazzine multiuffici, edifici multipiano, depositi e magazzini, ponti stradali e ferroviari, collocati prevalentemente in Australia e quindi con dati relativi a questo contesto geografico. I casi studio vengono costantemente aggiornati dalla BHP. Nuovi casi studio possono essere immessi nel database solo dagli utenti autorizzati, nell'apposita "*developer interface*". I diversi elementi costruttivi e i materiali che vengono coinvolti in ogni fase del ciclo di vita e le relative valutazioni di LCI, sono documentate con chiarezza e per ogni voce è specificato da quale database sono stati tratti. All'interno del software i dati impiegati per la valutazione dei diversi casi tipo documentati sono stati tratti dalle seguenti banche dati: EMMA (Eco-model for Materials and Manufacturing Assessment) BHP's LCA model (Australia), IISI (International Iron and Steel Institute Global Avarage Data) (Australia), Steel Construction Institute (Askot, UK), Swedish Building Institute, International Iron and Steel Institute (Belgium).

INFORMAZIONI GENERALI	**SimaPrò**
SVILUPPATO DA	**PRé Product Ecology Consultants**
PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**PRé Consultants** Plotterweg 12 3821 BB Amersfoort - Netherlands Phone:+31 (0) 33 4555022 Fax: +31 (0) 33 4555024 E-mail: info@pre.nl Website: www.pre.nl
VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 6.0**, disponibile in formato single user o multiuser, nelle seguenti versioni: – ***Compact:*** per realizzare una veloce analisi di LCA da parte di utenti poco esperti (es. designer e progettisti) – ***Analyst:*** per effettuare una dettagliata valutazione LCA da parte di esperti. Questa versione è dotata di maggiori funzionalità che garantiscono una maggiore trasparenza e flessibilità dei dati impiegati, ricorrendo all'impiego di un sistema di indicatori di qualità dei dati, rendendo possibile l'esportazione e la modifica dei dati del database, ecc. – ***Developer***: per compiere un'approfondita analisi di LCA da parte di gruppi di consulenti o associazioni industriali che vogliono sviluppare, fornire e tenere aggiornato un database dedicato relativo ad uno specifico settore che sia un utile strumento di supporto per i loro membri-clienti. • **Versione demo**, scaricabile direttamente dal sito www.pre.nl/simapro/default.htm
SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC o Macintosh/Unix computer usando il software Windows emulation • **Processore:** Pentium IV, CPU di velocità minima 2.0 GHz, con 512 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 98, Windows ME, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows 2003 server e Windows XP • **Spazio occupato** 1 GB
STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • In funzione della versione, il software è fornito come **singolo programma o** come **pacchetto di diversi programmi** che permettono di gestire le diverse funzionalità dello strumento. • **Interfaccia con altri programmi.** Nelle versioni più sofisticate dedicate ad analisti ed valutatori di LCA è possibile importare ed esportare dati da altri programmi e database. • Tutte le versioni del software sono fornite con il **database EcoInvent**, più o meno modificabile e **integrabile** in funzione della versione scelta. In questo database sono coperti 2500 processi riferiti a diversi settori. • **Grafica a finestre e menu**
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.pre.nl/simapro/default.htm; • Versione demo scaricato dal sito; • GOEDKOOP, Mark, OELE, Michiel, *SimaPro 6 – Introduction to LCA with SimaPro*, Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2004; • GOEDKOOP, Mark, OELE, Michiel, EFFTING, Suzanne, *SimaPro 6 Database Manual. Methods Library*, Pré Consultants, Amersfoort, The Netherlands, 2004; • GOEDKOOP, Mark, SPRIENSMA, Renilde (et Alii), *The Eco.indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report*, Amersfoort, The Netherlands, 2001; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999;

SimaPrò	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
1 OGGETTO DI ANALISI	**PRODOTTO INDUSTRIALE, SISTEMA-PRODOTTO, PROCESSI E SERVIZI**
2 TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT SOFTWARE**
3 OBIETTIVI E METODOLOGIA	SimaPrò (*System for Integreted EnvironMental Assessemnt of PROducts*) è un software per analizzare e monitorare le performance ambientali di un prodotto o di un servizio secondo la metodologia LCA. Il software, disponibile in diverse versioni in funzione delle diverse tipologie di utenti a cui è rivolto permette di modellare, analizzare e valutare il completo ciclo di vita di un prodotto in una maniera trasparente e sistematica, seguendo le procedure e le raccomandazione fornite dalle norme ISO 14040. Le perfomance ambientali del prodotto sono espresse come punteggi disaggregati (cioè distinti in funzione dei diversi effetti ambientali considerati e del sistema di valutazione adottato con i relativi fattori di caratterizzazione) oppure come singoli punteggi aggregati (Eco-indicator) dati dalla somma dei contributi disaggregati relativi ai diversi effetti ambientali considerati.
4 DATA INPUT	L'utente inserisce i valori relativi ai diversi momenti del ciclo di vita del prodotto analizzato, e grazie ad un LCA Wizards (strumento di aiuto e guida), questi vengono tradotti in grafici ad albero (e fogli di calcolo), che permette di modellizzare e visualizzare il ciclo di vita dell'oggetto di studio. I dati inseriti dall'utente potranno essere relativi ad un particolare sistema di produzione, per cui potranno essere raccolti direttamente sul sito della specifica azienda oppure potranno essere dati generali, reperibile facilmente nel database annesso.
5 DATA OUTPUT	Una volta descritto il ciclo di vita dell'oggetto di studio, il software elabora automaticamente i dati di inventario distinti in consumi energetici e di materiali, rifiuti solidi ed emissioni in aria e in acqua. Questi dati possono poi essere ricondotti ad un certo di numero di categorie di inventario, svolta adottando uno dei seguenti sistemi di valutazione e relativi fattori di conversione compresi nello strumento come: Eco-indicator 99 v2.1, Eco-indicator 95 v2.1, CML 92 v2.1, CML baseline 2000 v2.1, EDIP/UMIP v2.1, EPS 2000 v2.1, Ecopoints 97 v2.1, IPCC2001 GWP v1.1, Cumulative Energy Demand (CED) v1.1. Questi diversi sistemi di valutazione si differenziano tra loro per: – il diverso numero di categorie di impatto considerate: è possibile adottando uno dei metodi di valutazione, aggiungere o eliminare alcune categorie di impatto; – il livello di aggregazione dei risultati: in funzione dell'uso che si vuole fare dei risultati dell'analisi e del tipo di utenza a cui sono rivolti è possibile esprimere la valutazione del ciclo di vita dell'oggetto di studio come un singolo punteggio (espresso come Eco-indicator, EPS score o Swiss Ecopoint), facilmente interpretabile anche da un utenza poco esperta o come una serie di dati non aggregati, che richiedono una certa capacità di interpretazione e conoscenza delle tematiche ambientali da parte degli utenti a cui sono rivolti; – la procedura di valutazione adottata: tutti i sistemi adottati garantiscono le fasi obbligatorie di classificazione e caratterizzazione, come stabilito dalla ISO 14042, ma non tutti poi proseguono con le fasi di normalizzazione, raggruppamento e classificazione, valutazione dei danni e interpretazione. In questo modo le valutazioni risultanti possono essere espresse o come singoli punteggi disaggregati o come valori più o meno disaggregati, che comportano un esperienza più o meno avanzata con il software e la metodologia di LCA da parte dell'utenza.
6 VALUTAZIONE ECONOMICA	Non sono svolte analisi o considerazioni di tipo economico relative al ciclo di vita dell'oggetto di studio.

CICLO DI VITA	L'analisi dell'oggetto di studio (sistema prodotto o prodotto-servizio) può essere estesa dettagliatamente a tutto l'intero ciclo di vita, comprese le fasi di pre-produzione, o può essere ristretta solo ad alcune fasi rappresentative, in funzione dei confini di analisi fissati all'inizio dell'analisi di LCA e del tipo di dati che si è scelto di estrapolare dal database.
	
	L'oggetto di analisi viene descritto come una struttura ad albero dove vengono descritte le fasi del ciclo di vita analizzate (intese come system process) a loro volta ulteriormente visualizzabili più in dettaglio in specifici processi di produzione con i relativi input/output ambientali ed economici (riferite alla unit process).
	
	Il ciclo di vita del prodotto viene convenzionalmente considerato composto dalle seguenti fasi:
	– *Assembly*: intesa come la fase di assemblaggio del prodotto, permette di evidenziare tutti i passaggi e i loro relativi carichi ambientali necessari per arrivare ad avere il prodotto finito. Durante questa fase in funzione dei confini di studio e del grado di approfondimento di valutazione che si vuole raggiungere (fissati durante il primo momento di definizione degli obiettivi e dei confini di studio dell'analisi), è possibile analizzare in dettaglio le precedenti fasi a monte di pre-produzione, che portano all'assemblaggio del prodotto, compresi quindi gli impatti necessari per ottenerli;
	– *Usage*: se l'oggetto di studio oltre ad un consumo energetico, prevede anche l'impiego di prodotti ausiliario o il consumo di materiali, è possibile con il software considerare anche il ciclo di vita di questi prodotti ausiliari.
	– *Disposal:* è possibile delineare lo scenario di fine vita del prodotto optando tra le seguenti possibilità:
	  – *Waste Scenario*: dove viene specificato il flusso di materiali, distinti per i diversi tipi di scarti e relativi processi di trattamento (incenerimento, riciclaggio, compostaggio, ecc.), senza indicazioni su come il prodotto viene disassemblato
	  – *Scenario Disposal*: dove vengono descritte le ulteriori fasi del ciclo di vita come il disassemblaggio ed il riuso di alcune parti del prodotto e le parte destinate al waste scenario, secondo i diversi tipi di trattamenti.
	
	I trasporti vengono considerati e riportati in tutte le diverse fasi, per esempio i processi di trasporto necessari per l'assemblaggio oppure quelli per la distribuzione e l'uso di energia durante la fase d'uso.

UTENZA TIPO	In funzione della versione scelta e del tipo di risultati forniti, più o meno aggregati, il software è stato sviluppato per essere impiegato da: – **progettisti** (designer e architetti) – **engineering** (coinvolti nella fase di ingegnerizzazione del prodotto o del progetto esecutivo dell'edificio) – **analisti e consulenti di LCA** – gruppi di associazioni industriali o consulenti che avranno a loro disposizione più o meno funzionalità in funzione del loro grado di esperienza.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio - bassa**, grazie all'uso di guide interattive che accompagnano anche l'utente poco esperto nel compiere l'analisi in modo corretto. – **PRODUCT DESIGN PROCESS:** è possibile avere risultati espressi come punteggi singoli o come dati più o meno aggregati, che rispondono meglio alle diverse esigenze di analisi e valutazione durante **tutte le diverse fasi di sviluppo del prodotto (Metaprogetto, Concept Design, Product Design e Engineering).** Un'analisi di LCA può essere condotta per un uso interno o esterno all'azienda e quindi i conseguenti risultati, possono essere utili, per un uso interno, per fissare obiettivi e strategie, o come veloci verifiche delle scelte progettuali fatte, mentre nel caso di uso esterno, per comunicare e/o rendere note le performance ambientali del prodotto o per conseguire certificazioni ambientali. In questo secondo caso, secondo la ISO 14042, conviene però appoggiarsi ad un team esterno che garantisce l'imparzialità dei risultati forniti. Nel caso di comparazione tra due o più prodotti, è preferibile non ricorrere all'impiego di sistemi di valutazione a punteggio (che prevedono le fasi di normalizzazione, valutazione dei danni, ecc.) ed rendere noti i risultati disaggregati relativi alla fase di caratterizzazione.
DATABASE	Nel database sono riportati dati proveniente dalle principali banche dati come: EcoInvent, ETH-ESU 96, BUWAL 250, Dutch Input-Output Database, US Input Output database, Industry data, IDEAMI 2001, Franklin US LCI database, Data archivi, Dutch Concrete database, IVAM, FEFCO. Durante l'analisi è possibile definire il tipo di dati che si vuole impiegare, specificando il periodo di tempo a cui si rifersicono, il contesto geografico a cui si riferiscono, il sistema di allocazione dei carichi e i limiti del sistema oggetto di studio.

	Inoltre nel software è compreso un indicatore che valuta la qualità dei dati impiegati e segnala dati sensibili o poco affidabili. I dati relativi ai diversi processi, nel database sono espressi in due versioni, come *unit process* o come *system process*. Nel primo caso sono riportate le emissioni e le risorse di input relative alla fase di processo selezionata, comprendendo ed illustrando anche tutti i valori di input/output dei processi a monte del processo analizzato e le loro reciproche relazioni, nel secondo caso invece, tutti i dati a monte sono aggregati in un singolo record, senza collegamenti con altri processi**.**

INFORMAZIONI GENERALI	**TCAce**
SVILUPPATO DA	Consorzio di compagnie guidate **dall'American Institute of Chemical Engineers (AIChE) – Centre for Waste Reduction Technologies (CWRT).** Le principali compagnie sono: Bristol-Myers Squibb, The Dow Chemical Company, Eastman Chemical, Eastman Kodak, Georgia Pacific, Merck, Monsanto, Owen Corning, Rohm&Haas, GlaxoSmithKline, supportate dall'US Department of Energy/Office of Industrial Technologies and national Business Roundtable Industrial Pollution Prevention Council.
PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	IN EUROPA: **PRÉ CONSULTANTS** Plotterweg 12 3821 BB Amersfoort - Netherlands Phone:+31 (0) 33 4555022 Fax: +31 (0) 33 4555024 E-mail: info@pre.nl Website: www.pre.nl/tcace/default.htm IN USA: **Earthshift** 830 Taft Rd. Huntington VT 05462 - United States Phone: +1 (802) 434-3326 Fax: +1 (802) 434-4437 E-mail: info@earthshift.com Website: www.earthshift.com
VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 2.0** • **Versione demo** su CD, richiedibile direttamente alla Pré Consultants
SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium con 16 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Windows 98 e successive versioni • **Spazio occupato:** non specificato
STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma**; • **Interfaccia con altri programmi**. Nello specifico è possibile elaborare i dati di input, prima di immetterli nel modello di calcolo con Microsoft Office Excel; • **Sono contenuti al suo interno database relativi ai diversi costi considerati;** • **Grafica a finestre e menu**
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.pre.nl/tcace/default.htm; • Versione demo del software su CD; • LITTLE, Arthur D., *Total Cost Assessment Methodology. Internal Managerial Decision making Tool,* American Institute of Chemicals Engineers (AIChE), Center for Waste Reduction Technologies, USA, 2000; • FRISCHKNECHT, Rolf (et Alii), *TCAce, Total Cost Assessment Tool,* Sylvatica, USA, 2000; • NORRIS, Gregory A., *TCAce, Total Cost Assessment Tool – Using TCAce,* Sylvatica, USA, 2004;

TCAce	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**Potenziali costi ambientali del PRODOTTO, PROCESSO O SERVIZIO INDUSTRIALE**
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE COST SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software permette di applicare la metodologia di Total Cost Assessment – TCA, sviluppata dal Centre for Waste Reduction Technology (CWRT), per conoscere e quantificare, non solo i costi tradizionali, ma anche quelli legati alle ricadute sull'ambiente e sul benessere dell'individuo, intesi nelle procedure di valutazione tradizionali, come costi nascosti di difficile quantificazione. Questa metodologia, basata su un approccio al ciclo di vita, è utile durante il processo decisionale interno alle imprese, per valutare tutte le ricadute economiche delle diverse decisioni assunte durante lo sviluppo di un nuovo prodotto,processo o servizio industriale. Tramite il suo impiego è infatti possibile valutare la convenienza o meno nel perseguire una determinata strategia produttiva o nello sviluppo di un nuovo prodotto, tenendo in considerazione non solo i costi fissi e convenzionali, ma anche quelli ambientali e quelli legati alla salute umana, mitigando così i rischi e i costi futuri inerenti gli impatti che potrebbero insorgere. Per conseguire risultati credibili ed affidabili è necessario che la valutazione sia condotta da un team multidisciplinare. La metodologia, che si pone come uno strumento standard, ma anche flessibile a seconda dei contesti di applicazione, si integra con le valutazione di LCA, da cui trae in alcuni casi dati importanti dalle valutazioni di LCI, e si sviluppa secondo una procedura di 6 passaggi: – Goal Definition and Scoping: durante questo passaggio vengono definiti con chiarezza l'oggetto in esame e gli obiettivi e gli scopi su cui si focalizzerà l'analisi di TCA. – Streamline the Analysis: stabiliti gli obiettivi e le limitazioni posti allo studio, durante questa fase le diverse opzioni e alternative vengono riesaminate per stabilirne la loro applicabilità e comprendere quelle che potrebbero potenzialmente influire con i maggiori impatti. – Identify Potential Risk: l'intento dell'analisi è quello di far si che nei processi generali di decisione aziendale, anche i fattori (costi, benefici e impatti) legati all'ambiente e alla salute umana siano tenuti in considerazione, per far si che non vengano trascurate alternative che potrebbero comportare benefici sia al marketing del prodotto che all'immagine dell'azienda. – Conduct Financial Inventory: in questa fase, per ogni scenario di rischio delineato e selezionato viene condotto un inventario dei costi basandosi su due differenti approcci di valutazione: la definizione dei costi fissi (derivabili direttamente dai conti aziendali) e la delineazione dei costi potenziali, che presentano un diverso grado di incertezza. A questo scopo, la delineazione dei costi viene svolta, classificandoli in 5 categorie: Costi diretti (Type I - Direct cost), Costi indiretti (Type II - Indirect cost), Costi e responsabilità futuri e contingenti (Type III - Future and contingent liability cost), Costi interni intangibili (Type IV - Intangibile internal cost), Costi esterni (type V - External cost). – Conduct Impact Assessment: durante questa fase si compie un analisi e un riesame dei dati raccolti nella precedente fase, in quanto questi sono tratti da varie fonti che possono avere una diversa affidabilità e un diverso grado di incertezza. In questo modo è possibile determinare le principali fonti di costo per ogni categoria di impatto e valutare come queste informazioni possano essere meglio tenute in considerazione durante i processi decisionali dell'impresa.
DATA INPUT	La procedura di calcolo con questo software si sviluppa secondo una procedura di 6 passaggi: – Goal Definition and Scoping: durante questo passaggio vengono definiti con chiarezza l'oggetto in esame e gli obiettivi e gli scopi su cui si focalizzerà l'analisi di TCA. Durante questa fase in genere si stabilisce se la valutazione sarà focalizzata sull'analisi di un prodotto/progetto esistente (allo scopo di valutarne i suoi impatti sull'ambiente e i conseguenti costi), sulla comparazione tra prodotti/processi esistenti tra loro simili (per fare delle considerazioni sulle loro caratteristiche o per fissare dei benchmarck), sulla comparazione tra un prodotto/processo esistente ed uno nuovo (per verificare quali differenze o miglioramenti esistono) oppure sul paragone tra nuovi processi/prodotti con lo scopo di identificare quelli con i minori impatti, rischi e costi futuri. In questo modo, fissando l'obiettivo secondo uno di questi 4 aspetti e stabilendo se si tratta di una scelta

obbligatoria o volontaria di perseguirlo, vengono così fissati i limiti dell'analisi.

- Streamline the Analysis: stabiliti gli obiettivi e le limitazioni posti allo studio, durante questa fase le diverse opzioni e alternative vengono riesaminate per stabilirne la loro applicabilità e comprendere quelle che potrebbero potenzialmente influire con i maggiori impatti. Durante questo momento l'impiego di eventuali analisi di LCI/LCA sul ciclo di vita del prodotto indagato, possono essere molto utili per identificare le alternative e i relativi scenari di costo da analizzare. In pratica durante questo momento, è possibile collegare gli obiettivi dell'analisi alle principali alternative, stabilire quali di queste alternative influiscono di più sulle decisioni e su quali di queste concentrare l'analisi di valutazione e convenienza economica.
- Identify Potential Risk: l'intento dell'analisi è quello di far si che nei processi generali di decisione aziendale, anche i fattori (costi, benefici e impatti) legati all'ambiente e alla salute umana siano tenuti in considerazione, per far si che non vengano trascurate alternative che potrebbero comportare benefici sia al marketing del prodotto che all'immagine dell'azienda. L'identificazione dei rischi e dei costi ambientali legati ad ogni alternativa è un passaggio critico. Ogni alternativa indagata, può presentare diversi scenari di rischio caratterizzati da diversi tipi di costi e driver di costo. Durante questa fase vengono quindi stabilite le alternative da indagare e approfondire nelle successive fasi.
- Conduct Financial Inventory: in questa fase, per ogni scenario di rischio delineato e selezionato viene condotto un inventario dei costi basandosi su due differenti approcci di valutazione: la definizione dei costi fissi (derivabili direttamente dai conti aziendali) e la delineazione dei costi potenziali, che presentano un diverso grado di incertezza. A questo scopo, la delineazione dei costi viene svolta, classificandoli in 5 categorie:
  - Costi diretti (Type I - Direct cost): sono i costi di produzione, i capitali d'investimento, i costi del lavoro, delle materie prime e degli scenari di dismissione, i costi capitali, i costi operativi e di manutenzione;
  - Costi indiretti (Type II - Indirect cost): sono i costi fissi della produzione e della compagnia non direttamente allocabili al prodotto o al processo;
  - Costi e responsabilità futuri e contingenti (Type III - Future and contingent liability cost): sono gli eventuali costi da sostenere in futuro relativi a multe e penalità causate dall'adesione o meno ai regolamenti ambientali, i costi di bonifica e quelli legati alle eventuali cause legali per danno personale o alla proprietà, i costi inerenti i danni alle risorse naturali e i costi accidentali;
  - Costi interni intangibili (Type IV - Intangibile internal cost): si considerano costi difficili da misurare come l'accettazione del cliente, la lealtà del cliente, il morale dei lavoratori, il benessere dei lavoratori, le relazioni sindacali, immagine della compagnia e le relazioni pubbliche;
  - Costi esterni (type V - External cost): che comprendono i costi nati dalla società, includendo il deterioramento dell'ambiente causato dalla dispersione di sostanze inquinanti che contrastano con le regolamentazioni ambientali.

  Per quanto riguarda le prime due tipologie di costi, i dati sono ricavabili direttamente dai bilanci aziendali, dove però spesso non sono evidenziati e separati i costi inerenti ambiente e salute, mentre per quanto riguarda le altre tre tipologie, nel software sono presenti diversi database da cui attingere le informazioni necessarie.

- Conduct Impact Assessment: durante questa fase si compie un analisi e un riesame dei dati raccolti nella precedente fase, in quanto questi sono tratti da varie fonti che possono avere una diversa affidabilità e un diverso grado di incertezza.
  In questo modo è possibile determinare le principali fonti di costo per ogni categoria di impatto e valutare come queste informazioni possano essere meglio tenute in considerazione durante i processi decisionali dell'impresa.

Il proposito dei primi tre passaggi è la definizione qualitativa di quali sono gli aspetti di un progetto o le alternative importanti e i relativi scenari di rischio che maggiormente potranno influire nel processo decisionale (nel bilancio economico) e che per questo saranno approfonditi nelle fasi successive, mentre i successivi passaggi, permettono tramite l'impiego di checklist, di definire quantitativamente questi costi per ogni progetto o alternativa che si ritiene convenga perseguire in un ottica di sostenibilità.

DATA OUTPUT

Completati i sei passaggio per il calcolo dei costi diretti ed indiretti legati alle prestazioni ambientali di un sistema-prodotto lungo il ciclo di vita, viene poi rielaborato in una serie di documenti quali il Document Result, dove vengono documentate le assunzioni e i risultati conseguiti per ogni scenario descritto.

Durante questa fase si assisterà così ad un feedback to Company's Main Decision Loop. In risultati e le considerazioni tratte dall'analisi vengono reintegrate nel processo decisionale interno all'azienda, considerando che queste dati sono solo un elemento da considerare insieme ad altri nel generale processo decisionale.

VALUTAZIONE ECONOMICA	L'impiego di questa metodologia di valutazione economica agevola il processo decisionale interno alla compagnia, facilitando la definizione del progetto, degli obiettivi e dell'area di investimento di ogni progetto, processo o decisione di affari. Il suo impiego protegge e migliora il valore del marchio, riduce in maniera concreta i costi di produzione, consente di identificare e selezionare le migliori opzioni ambientali ed economiche, massimizza i profitti e riduce i rischi.
CICLO DI VITA	Tramite questo metodo è possibile valutare le diverse alternative lungo l'intero ciclo di vita, considerando le implicazioni ambientali e sulla salute dell'individuo, dall'estrazione delle materie prime al termine della vita utile del prodotto/processo. La metodologia infatti si integra bene con la metodologia di LCA e da questa, e nello specifico da precedenti analisi di LCI, può trarne dati e informazioni utili che possono traslati in valori economici e che aiutano nella individuazione delle alternative da approfondire di maggiore interesse. In questo modo all'interno dell'analisi possono essere considerati oltre ai costi convenzionali, anche tutti quei costi che nelle tradizionali stime economiche non vengono tenuti in considerazione, come i potenziali costi nascosti, i costi futuri e contingenti e i costi di immagine.
8 **UTENZA TIPO**	**Il software è stato sviluppato, per l'applicazione della metodologia di TCA, da parte di:** – **Designer e progettisti,** del prodotto o del processo, coinvolti durante la fase di sviluppo e progettazione di un nuovo prodotto o processo; – **Ingegneri** impegnati nella valutazione ambientale del progetto; – **Dirigenti aziendali e analisti** coinvolti nello sviluppo delle strategie di sviluppo del prodotto; Manager ambientali, per determinare le priorità finanziarie e ridurre i rischi e le responsabilità future della compagnia.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego:** medio-alta. Gli utenti che si approcciano a questo strumento devono conoscere piuttosto bene la metodologia di valutazione economica adottata. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** Lo strumento può essere utile nelle diverse fasi del **processo di sviluppo e progettazione di un nuovo prodotto/processo** e può essere impiegato dalle diverse figure professionali coinvolte per un ampia serie di decisioni quali il benchmarking interno o esterno all'azienda, il processo di sviluppo del prodotto/processo, il prezzo del prodotto, le decisioni relative alla gestione dei rifiuti, le alternative possibile per l'inquinamento, la selezione di materiali e fornitori, i requisiti ambientali determinati dal mercato, gli standard ambientali di riferimento, le relazioni pubbliche ecc.
DATABASE	TCAce Database comprende al suo interno i dati tratti da: Unit Plant Compliance Costs for Selected Industries, 1998 / Contingent Liabilities Summary and Range of Toxic Tort Costs / Externality Cost for various pollutants, includes data from US as well as the from UK, Europe, and Norway / DOCKET Cost Ranges for Penalties and Costs Recoveries of Federal Statutes, 1995-1998 / Accidental Release Information Program (ARIP) database (facility accident costs—'97spills of various substances) / NRD Settlement Values from the U.S. Government Accounting Office, 1996 / Summary of CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act—'97Superfund), 1998 Mentre per la determinazione dei costi di tipo I e II è possibile trarre informazioni direttamente dal sistema di contabilità dell'impresa, per la definizione dei costi di tipo III, IV e V relativi ad ogni alternativa indagata, è possibile ricorrere a database contenuti all'interno del software, dove sono riportati informazioni e dati inerenti i costi nascosti, contingenti e intangibili tratti dalle principali fonti riconosciute a livello internazionale. Per ognuna di questi, sono inoltre ben specificate le procedure di valutazione/assunzione dei diversi costi e il loro grado di probabilità/incertezza. Per la definizione dei costi di tipo III – costi futuri e rischi contingenti i dati riportati all'interno del software sono tratti dalle seguenti fonti: - EPA's Basis and Purpose Documents (BPDs), Background Information Documents (BIDs), Economic Impact Analysis (EIAs) preparati dall'USEPA su proposta del Nationa Emission Standards for Hazaurdous Air Pollutions (NE&HAPs) – per stabilire i costi futuri legati all'obbligo di aderire a regolamentazioni inerenti l'inquinamento dell'aria o dell'acqua; - EPA's Integrated Data for Enforcement Analysis (IDEA) database, Civil Enforcement Docket System (DOCKET) – per valutare le multe e le penalità da pagare, nel caso di non adesione ai regolamenti ambientali; - Federal Remediation Techologies Roundtable - FRTR website - all'interno del quale è possibile reperire dati sui

tipi di contaminanti, sulle tecnologie di rimedio e sui costi generali;
- Indagini e valutazioni di episodi già avvenuti tratti da LEXIS database o dal Jury Verdict Research Series, in cui è presente una stima delle somme di risarcimento danni alle proprietà o all'individuo;
- Indagini precedenti, tratte dall'U.S. Governmnet Accounting Office (GAO), nelle quali viene svolta una stima di valutazione dei danni alle risorse ambientali;
- EPA CERCLIS database per la determinazione delle future responsabilità parziali di contaminazione;
- EPA Accidental Release Information Program (ARIP) database, all'interno del quale sono stimati i fattori di rischio (incendi, perdita delle proprietà, ecc.) dei processi industriali coinvolti.

Per la definizione dei costi di tipo IV – Costi intangibili interni. I dati risultanti all'interno del software dovranno essere assunti con attenzione, in quanto le poche informazioni disponili su questi argomenti ha portato alla loro assunzione nel software senza approfondire criticamente la metodologia con cui sono stati dedotti.
Per ognuno di essi dovrà essere considerato un certo grado di incertezza, legato alla loro probabilità di accadere, e vogliono essere solo un punto di partenza per l'utente che conduce l'analisi, che dovrà a sua volta poi personalizzarli in funzione dell'oggetto realtà-analizzata.
In questa situazione gli scenari che possono influenzare la reputazione o l'immagine ambientale dell'impresa includono eventi catastrofici o effetti negativi che possono riflettersi sui seguenti aspetti:
- staff : sono dati che tengono in considerazione oltre che i costi per il mantenimento e la formazione del personale qualificato e i costi diretti (salario e compensi), anche i costi correlati alla produttività e al morale del personale, al tempo di negoziazione sindacale e al loro turnover. In questo caso per la valutazione di questi costi indiretti si fa riferimento alle principali fonti che riportano costi aggiuntivi legati ad incidenti, infortuni e danni in specifici contesti industriali. Una delle principali fonti assunte è il Report Accident fact del National Safety Control, che riporta statistiche sugli infortuni fatali o non e le malattie sul posto di lavoro, con le conseguenti perdite di giorni lavorativi per l'industria.
- Market share: sono dati che riflettono le preferenze del consumatore. I dati in questo caso sono tratti dalla letteratura principale che riporta le ricadute economiche conseguenti all'assunzione da parte dell'impresa di "green policies" o alla loro reputazione sulle tematiche ambientali o che quantificano le perdite di mercato in seguito ad incidenti ambientali o a report ambientali che sottolineano comportamenti scorretti nei confronti dell'ambiente;
- Licence to Operate: vengono tenute in considerazione le relazioni che intercorrono tra la comunità, gli enti normativi e i fornitori. Sono dati che si riferiscono ai costi intangibili relativi alle perdite di giorni di produzione o di vendita o ai benefici che derivano dal ricevere in tempo o meno i permessi e le licenze di operare;
- Relantionships: si fa riferimento a studi che riportano le ricadute economiche sugli inventori, quali le influenze sul valore azionario in seguito all'assunzione da parte dell'impresa di politiche o mission "verdi", la diminuzione del valore delle azioni in seguito ad incidenti ambientali, gli effetti negativi sui corsi azionari di report che sottolineano comportamenti scorretti dell'impresa nei confronti dell'ambiente. Inoltre vengono evidenziate le relazioni con i creditori, riportando informazioni sugli effetti che incorrono sull'affidabilità creditizia dell'impresa in seguito a incidenti ambientali, le relazioni con le comunità, con dati relativi a costi e benefici dei programmi di relazioni con le pubblico, alle relazioni con gli enti formatori e regolamentari, riportando dati inerenti i costi legati all'adesione ad un nuovo regolamento.

Per la definizione dei costi di tipo V – Intangibile external. Sono quelli di più difficile quantificazione, che vengono distinti in costi connessi con:
- L'emissione di sostanze inquinanti in aria: sono specificati i costi per le tonnellate di gas serra emessi, i costi relativi ai casi di malattia o moralità dovuta alle emissioni nocive in aria, e le fonti sui costi sociali del riscaldamento del globo;
- L'emissione di sostanze inquinanti nelle acqua di superficie: sono fissati i costi per le perdite degli ambienti marini, tratte dalle principali fonti e i costi del mercato di trasferimento dell'acqua per la protezione ambientale;
- L'emissione di sostanze e inquinanti nelle acque profonde/di falda: sono specificati i costi per l'uso dell'acqua fresca e i costi di desalinizzazione;
- L'emissione di sostanze inquinanti nel sottosuolo: sono riportate le cifre stimate della disponibilità a pagare per rigenerazione dei territori naturali e la loro conservazione e i costi/benefici conseguenti alla preservazione di un terreno non sviluppato;
- Gli impatti sull'habitat naturale: si riferiscono alla comunità locale, alle zone paludose e alle riserve naturali. Per questi sono dati i costi per il ripristino di particolari specie o habitat, la valutazione dei benefici sociali derivanti dalla di preservazione delle zone umide e paludose e la disponibilità a pagare della società per preservare gli habitat naturali e le specie di animali protetti;
- Impatti sulla categoria dei valori: categoria per le quali i costi non sono ancora stati quantificati nella metodologia;
- Impatti sulla salute pubblica: categoria per le quali i costi non sono ancora stati quantificati nella metodologia;

INFORMAZIONI GENERALI	TEAM
1 SVILUPPATO DA	**ECOBILAN. THE LCA EXPERTS**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	Ecobilan. The LCA experts PricewaterhouseCoopers / Ecobilan Crystal Park 63, rue de Villiers 92200 Neuilly-sur-Seine - France Phone:+ 33 (1) 56 57 58 59 E-mail: info@ecobilan.com Website: www.ecobalance.com/uk_team.php
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 4.0**, disponibile in formato single user o multiuser, nel caso della licenza per Università. • **Versione demo**, scaricabile direttamente dal sito www.ecobalance.com/uk_team03.php
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium, con 128 MB RAM minimo • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 2000 e successive versioni (NT,XP) • **Spazio occupato:** 100 MB
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma**. • **Interfaccia con altri programmi.** Interfaccia con un altro database, Ecoinvent, dal quale possono essere tratti dati compatibili con questo strumento per condurre l'analisi di inventario. • Il software contiene al suo interno una **propria bancadati DEAM**, in continuo aggiornamento e integrabile dall'utente stesso e compatibile con la banca dati Eco-invent • **Grafica a finestre e menu**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ecobalance.com/uk_team.php; • Versione demo scaricato dal sito; • ECOBILAN, *TEAM User's Manual. Version 4.0*, Ecobilan Group, September, 2004; • ECOBILAN, *Getting Started with TEAM 4.0*, Ecobilan Group, 2004; • ALLIONE, Cristina, *Applicazioni nel campo del disegno industriale della metodologia LCA e degli Ecotool che agevolano l'integrazione dei parametri ambientali*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Luglio, 1999.

TEAM	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**SISTEMA PRODUTTIVO** o SISTEMI E ATTIVITÀ associati al prodotto.
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT e LIFE CYCLE COST SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	TEAM *Tool for Environmental Analysis and Management*, è un programma software che consente di calcolare e valutare gli impatti energetico-ambientali che vengono a determinarsi durante il ciclo vita di un sistema-prodotto, secondo diversi sistemi di valutazione. In pratica il suo impiego consente di consultare e gestire un ampio database e di descrivere, analizzare e valutare un sistema-prodotto con un ciclo di vita anche piuttosto complesso. Si tratta infatti di un software mirato alla ottimizzazione delle performance "ambientali" ed economiche di un sistema-prodotto e, per questo motivo, è un utile strumento di supporto per identificare le opportunità che possono comportare una riduzione degli impatti ambientali dei prodotti o dei servizi, gestire in maniera responsabile le prestazioni ambientali del sistema-prodotto a cominciare dalla iniziale fase progettuale fino alla fase di dismissione del prodotto, minimizzare i costi dipendenti dai flussi energetici e materiali coinvolti durante l'intero ciclo di vita del sistema-prodotto. Appoggiandosi al database annesso, tramite TEAM è infatti possibile realizzare delle complete analisi di inventario, LCI, e nel caso lo si desideri anche proseguire con la valutazione dei potenziali impatti energetico-ambientali che vengono a generarsi durante il ciclo di vita del prodotto. Inoltre parallelamente alla valutazione di LCA, ricorrendo a TEMA è anche possibile condurre delle analisi di Life Cycle Cost, LCC.
DATA INPUT	L'analisi parte con la descrizione del sistema-prodotto indagato, specificandone limiti e confini dello studio, fissando l'unità funzionale con cui suddividere il sistema prodotto lungo il suo ciclo di vita e inserendo i dati necessari, aponggiandosi al database interno che mette a disposizione tali informazioni.
DATA OUTPUT	Una volta inserite tutte le informazioni necessarie per avviare la procedura di calcolo, con il software TEAM è possibile sia condurre delle semplici analisi di inventario, che procedere con una valutazione dei potenziali effetti ambientali. Nel primo caso, le analisi di LCI, queste potranno estendersi a diversi livelli di analisi, in funzione dei confini di indagine prefissati all'inizio dell'analisi del prodotto. Sui valori ricavati da queste analisi di LCI, sarà inoltre possibile individuare i processi più critici, valutare diversi scenari e valutare velocemente le conseguenze energetico-ambientali di variazioni anche minime nei processi più critici conducendo delle *sensitivity analysis*. Nel secondo caso, ovvero quando si decida si proseguire con la valutazione dei potenziali impatti energetico-ambientali che vengono a generarsi durante il ciclo di vita del prodotto, in coerenza con le indicazioni fornite dai principali organismi internazionali e nazionali che si occupano della metodologia LCA, TEAM consente di compiere delle veloci analisi di LCA, che possono adottare diversi metodi di valutazione. All'interno del software sono disponibili diversi protocolli per l'applicazione di sistemi come: CML, CML 2000, Eco-indicator 95 e 99, *EPS, Environmental Priority Strategy, Ecopoints* o *Critical Volume*. Parallelamente all'analisi di LCA è anche possibile realizzare delle analisi di Life Cycle Cost, LCC.

VALUTAZIONE ECONOMICA	Parallelamente ad una analisi delle prestazioni ambientali, con lo stesso software è anche possibile realizzare delle analisi di Life Cycle Cost, LCC, che valutano i costi legati alla gestione dei flussi materiali, energetici ed ambientali, distinguendoli in convenzionali (legati all'acquisto delle materie prime, alla fornitura di attrezzature, ai beni immobili, ecc.), nascosti (dipendenti da rendite ricavate dalla vendita di co-prodotti che vengono a generarsi secondariamente dal sistema produttivo) e contingenti (cioè quelli che non previsti, potranno intervenire nel futuro).
CICLO DI VITA	Il software consente di compiere delle analisi di inventario e delle valutazione delle sue performance ambientali lungo l'intero ciclo di vita del sistema-prodotto. Tramite il software è infatti possibile delineare graficamente il sistema-prodotto, come un diagramma di flusso. Per quanto riguarda la fase di distribuzione è possibile descrivere diverse modalità di trasporto, per ogni tipo di distribuzione a cui sarà sottoposto. Rispetto alla fase di dismissione è possibile predefinire diversi tipi di destinazioni: incenerimento, compostaggio o riciclaggio, di cui è prevista anche la possibilità di delineare un sistema di riciclo ad anello chiuso o aperto (closed loop recycling e open loop recycling).
UTENZA TIPO	La struttura logica su cui TEAM è strutturato lo rende uno strumento adatto **sia per designer**, più o meno pratici con la metodologia LCA, **che per i consulenti ambientali**. Nel caso l'utente sia un esperto in ambito di LCA, questo infatti potrà raggiungere un approfondito grado di analisi del ciclo di vita del sistema-prodotto, tramite la possibilità di ricorrere a diversi sistemi di allocazione dei carichi. Invece nel caso di un designer (non troppo esperto in questioni ambientali) questo è assistito durante l'analisi da una serie di guide in linea e manuali e da un pannello di controllo piuttosto semplice, che gli consentiranno di compiere delle veloci analisi basandosi su un numero limitato di processi individuati come i più critici. Il software infatti può valutare automaticamente le eventuali conseguenze derivanti da una variazione dei valori di questi processi, variazioni che potranno essere apportate direttamente dall'utente per individuare la situazione migliore. Una delle peculiarità di questo software è quella di poter essere utilizzato contemporaneamente da diversi utenti, ai quali sarà consentito una accesso completo o limitato solo ad alcuni dati e funzionalità del programma. In questo modo sarà possibile proteggere i dati confidenziali e prevenire delle indesiderate modificazioni, soprattutto nel caso il database sia condiviso da diverse aziende.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa**, in quanto il software presenta diverse funzionalità che lo rendono adatto a diverse tipologie di utenti più o meno pratici della metodologia. – **PRODUCT DESIGN PROCESS**. Si offre come un valido strumento **durante la fase di metaprogetto**, quando compiendo delle analisi complete di LCA di prodotti esistenti sul mercato, fornirà le giuste indicazioni per la delineazione delle strategie di sviluppo del prodotto ambientalmente orientate. **Durante la fase di ingegnerizzazione** invece si presenta come uno strumento approfondito di controllo per verificare che il prodotto risponda correttamente ai requisiti ambientali prefissati.
DATABASE	Il software é infatti rilasciato con il database DEAMs - *Data for Environmental Analysis and Management.* Al suo interno comprende circa 300 moduli con i dati relativi alle analisi di inventario dei processi pertinenti i principali settori industriali, come: acciaio, alluminio e altri metalli; carta e cartone, prodotti petrolchimici e materie plastiche derivate, vetro, varie operazioni di trasformazioni energetica, modalità di trasporto e diversi trattamento di fine vita. Questi dati sono stati tratti dalle comune banchedati come: – BUWAL (per i dati inerenti acciaio e carta e cartone; – APME (per la produzione e la conversione delle materie plastiche); – ETH (per i processi inerenti energia, trasporti, materiali e fine vita e European Alluminium Association); – EAA (per i packaging in alluminio). Di queste bancadati è disponibile anche una versione ondine, dalla quale trarre dati inerenti uno specifico settore. Per ogni modulo inserito nel database e relativo ai singoli materiali o processi, sono inoltre, fornite delle ulteriori note che specificano l'origine ed il periodo di rilevamento dei dati e la loro rappresentatività, certificando così la qualità dei dati compresi nel database.

	DEAM, inoltre, consente all'utente di creare dei propri moduli specifici modificando ed aggiungendo ogni tipo di informazione che renda l'analisi rispondente alle delle specifiche esigenze, infatti è possibile importare informazioni relative ad input ed output relative a flussi considerati in altri database. Inoltre grazie ad una nuova funzionalità del software *TEAM Information Exchange* è possibile scambiare con altri utenti del software dati di inventario o può presentarsi come un utile foglio di raccolta dati da uno specifico contesto, quali per esempio i fornitori, disponibili a fornire informazioni legate alle loro prestazioni. Inoltre è possibile importare dati relativi a specifici contesti e, vista la compatibilità con i dati contenuti nel database EcoInvent, il software consente di importare dati in formato XLM e di convertirli in formato DEAM, per impiegarli nello svolgimento delle analisi e valutazioni svolte con TEAM.

INFORMAZIONI GENERALI	TWIN Model (GreenCalc+)
SVILUPPATO DA	**NIBE - Dutch Institute for Building Biology and Ecology** Postbus 229 1400 AE Bussum Tel. 035-6948233 Fax 035-6950042 E-mail: info@nibe.org URL: www.nibe.org
PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**SUREAC TRUST – Sustainable real estate accountancy & certification** Composta da: DGMR Raadgevende ingenieurs BV, NIBE (Dutch Institute for Building Biology and Ecology), NUON Corporate, VROM The Dutch Government Building Agency (Rdg) Stichting Sureac Postbus 229 1400 AE Bussum – (NL) Netherlands Phnoe: +31 (0)35-6946204 Fax: +31 (0)35-6950042 URL: www.greencalc.com
VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 2.0** • **Versione demo:** disponibile solo in olandese
SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC o Mac • **Processore:** non specificato • **Sistema operativo:** non specificato • **Spazio occupato**: non specificato
STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO E BANCA DATI** • Il software è fornito come **singolo programma** • Il software non si interfaccia altri programmi. • Il software GreenCalc+ contiene una banca dati che riporta i costi dei materiali da costruzione • Grafica a finestre e menu
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.greencalc.com; • VAN DER LUGT, Pablo, VAN DEN DOBBELSTEEN, Andy, ABRAHAMS, Ruben, *Bamboo as a building material alernative for Western Europe ? A study of the environmental performances, cost and bottlenecks of use of bamboo products in western Europe*, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, The Netherlands; • SUNNIKA, Minna, KLUNDERM, Gerda, *Sustainable building in the Netherlands*, conference proceeding of Housing Studies Association Conference – Spring 2001, University of York, www.york.ac.uk/inst/chp/hsa/papers/spring2001.htm • VAN DEN BRAND, Geert, *Mapping tools for a sustainable building cycle*, conference proceeding of PLEA2006 – The 23rd Conference on passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September, 2006 • JANSEN, S., C., BOKEL, R.M.J., VAN DEN DOBBELSTEEN, A.A.J.F., CAN DER VOORDEN, M., *An energy-saving office facede adaptable to outside weather conditions in the Netherlands*, conference proceeding of Building Simulation 2003, 8th Internation IBPSA conference, Eindhoven, Netherlands, 2003; • GIORDANO, R., *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004;

TWIN Model (GreenCalc+)	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**EDIFICI per uffici e residenziali**
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - ABRIGED LCA Software**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software GreeenCalc+ è uno strumento che consente di valutare e comparare la “sostenibilità ambientale” di un edificio e assiste i progettisti nella definizione di un indice ambientale che ne esprime il suo livello di sostenibilità in vista di una certificazione da parte del governo olandese. Tramite il suo impiego è infatti possibile quantificare il carico ambientale di un edificio, dato da un’analisi di LCA che valuta i consumi energetici e materiali e le emissioni di un prodotto, e tradurlo in costi ambientali, che esprimono i costi necessari per la prevenzione ed il trattamento dei danni ambientali. Questo strumento, nato inizialmente per valutare le performance ambientali di un edificio commerciale o per uffici, oggi può essere impiegato anche per la valutazione di un edificio residenziale. La determinazione di questo indice ambientale avviene tramite la considerazione di quattro moduli di valutazione che tengono in considerazione il consumo di materiali, di energia, di acqua potabile e la accessibilità all’edificio. Nello specifico: – materiali: in questo modulo sono calcolati gli impatti ambientali derivanti dall’uso e dalla manutenzione di un materiale durante la vita utile di un edificio. Per fare questo modulo GreenCalc+ adotta il modello di calcolo TWIN Model sviluppato dal NIBE. Secondo questo modello, si ha una valutazione quali-quantitativa del grado di ecocompabilità dei materiali, grazie all’integrazione all’interno del modello di due sistemi di valutazione: uno quantitativo e uno qualitativo. Questa integrazione è legata alla frequente mancanza di dati oggettivi di LCA sulla compatibilità ambientale dei materiali e per questo in questo sistema le eventuali lacune vengono colmate con informazioni qualitative. In altre parole con questo sistema di valutazione si integrano alla valutazione quantitativa di LCA, che determina oggettivamente le conseguenze sull’ambiente derivanti dall’impiego dei quei materiali, dati qualitativi legati alle conseguenze che il loro uso comporta sulla salute degli abitanti, per il quali non si sono ancora affermati dati e modelli scientifici per la valutazione. Sulla base di questa valutazione di LCA, svolta secondo il metodo TWIN Model, GreenCalc+ traduce queste valutazioni in costi ambientali relativi alle diverse parti strutturali dell’edificio e determina il totale di emissioni di CO_2 dovute all’impiego dei diversi materiali. – energia: in questo modulo viene calcolato il consumo energetico durante la vita utile di un edificio. Questo modulo è stato sviluppato dalla DGMR ed è basato sugli standard olandesi NEN2916 e considera i consumi energetici legati alle normali operazioni dell’edificio, oltre a quelli legata agli impianti di riscaldamento, al sistema di illuminazione, a quello di ventilazione e al sistema di produzione di acqua calda. Questi parametri sono la base per la definizione di *EPC value*, che è tratto da un calcolo di efficienza energetica basato sull’impiego di energia e la produzione di rifiuti all’interno dell’edificio; – acqua: in questa sezione vengono tenute in considerazione i consumi di acqua durante l’esistenza di un edificio, misurati e sviluppati sulla base degli standard delineati dalle imprese opMAAT e BOOM Inc. in questo modelli sonotenuti in considerazioni parametri come l’acqua potabile, l’impiego di acque grigie in sostituzione della potabile per determinate attività (pulizia, ecc.); – mobilità: in questa sezione vengono tenute in considerazione i relativi costi ambientali nascosti associati alla accessibilità dell’edificio, correlabili alla collocazione dell’edificio in un sito servito da adeguate infrastrutture stradali, reti di parcheggi e reti di trasporti pubblici, che consentono la mobilità e il pendolarismo degli occupanti dell’edificio, limitandone in costi correlati. I valori standard sono delineati sulla base di alcuni scenari di mobilità sviluppati da Bouwinfo Koster. Alla base di questo strumento, c’è l’esigenza di certificare il grado di sostenibilità di un edificio con un indice numerico che traduce e mette in pratica alle linee di politica energetica fissate dal governo olandese. Secondo queste ultime infatti, si è adottato il principio di *Factor 20*, per perseguire delle linee di sviluppo sostenibile. In pratica secondo questo principio significa che nel 2040 il grado di ecoefficienza nell’uso delle risorse deve essere migliorato di 20 volte, rispetto all’uso di queste fatto nel 1990. E questo obiettivo tradotto nel settore edilizio, significa che se 100 è il livello di sostenibilità di un edificio nel 1990, un fattore di 2000 (100x20) dovrebbe essere quello conseguito nel 2040.

	Per il perseguimento di questo obiettivo di ecoefficienza la responsabilità non può essere demandata fase progettuale, ma deve essere perseguito anche dalle figure a monte di questo momento (pianificatori, amministrazioni locali e territoriali), che devono indicare delle linee di sviluppo facilmente verificabili dai diversi professionisti coinvolti. A questo scopo il Dutch Government Building Agency ha sviluppato il concetto di indice ambientale che riassume al suo interno il carico energetico-ambientale di un edificio, e ha messo a disposizione dei progettisti questo strumento software, che ne consente il suo calcolo. Aspetto particolare di questo indice ambientale, è quella di riuscire a tradurre gli impatti energetico-ambientali che incorrono durante la fase di costruzione e vita utile di un edificio in un indice ambientale, che esprime i costi nascosti ambientali legati al consumo di materiali, energia e acqua e quelli legati alla mobilità. Inoltre nella delineazione di questo indice, vengono tenuti in considerazione altri aspetti, oltre ai suoi consumi energetico ambientali, come: – la sua collocazione dell'edificio e la sua accessibilità: che può comportare una serie di spostamenti e quindi delle conseguenze sull'inquinamento delle città da parte degli utenti che lo vivono, – la sua vita utile: che comporta una flessibilità tecnologica dell'edificio nel poter essere rinnovato e destinato a diverse destinazioni d'uso, allungando e ottimizzando la sua vita utile prima di arrivare al suo fine vita e quindi alla demolizione.
DATA INPUT	L'utente dopo una breve descrizione del progetto, dove viene indicato il tipo di intervento (nuova costruzione o ristrutturazione), l'area coperta dall'intervento, la sua forma ed inserimento nel sito, l'utente sarà invitato a le relative quantità di materiali, energia, acqua impiegata durante le fasi di costruzione e vita utile. Inoltre sempre in questa sezione all'utente sarà richiesto di inserire i dati relativi al sito dell'edificio che permetteranno di calcolare i costi nascosti legati alla mobilità. A questo scopo l'utente dovrà riportare i dati relativi alle diverse sezioni: materiali, energia, acqua e dati relativi alla mobilità) nelle rispettive sezioni. Dati che poi il software elaborerà e tradurrà in indici ambientali i carichi ambientali relativi ai quattro parametri. In questo modo sarà possibile esprimere gli impatti ambientali dell'edificio in termini di costi ambientali per ogni sezione, che poi potranno essere facilmente sommati per ottenere l' indice ambientali, espresso come un singolo valore numerico, delle prestazioni di sostenibilità dell'edificio. L'inserimento dei dati può anche essere aiutato da una guida interattiva che facilita anche i meno esperti.
DATA OUTPUT	Una volta che l'utente ha inserito tutti i dati necessari, GreenCalc+ , per ognuna dei moduli associati, elabora una valutazione dei costi ambientali nascosti, che poi potranno essere sommati tra loro per delineare un indice numerico unico, dove a valore più alto corrisponde un livello di sostenibilità maggiore dell'edificio. La determinazione dell'indice viene fatta comparando le prestazioni dell'edificio, misurate sui 4 parametri stabiliti (materiali, energia, acqua e mobilità) con i medesimi valori di un edificio costruito secondo la pratica tradizionale nel 1990, a cui viene correlato un valore base di 100. La determinazione di questo indice consente di stabilire una sorta di certificazione dell'edificio facilmente comprensibile anche dai poco addetti. Un esempio di tali edifici valutati e classificati, è infatti riportato nel sito relativo www.greencalc.com oltre che all'interno della sua banca dati.
VALUTAZIONE ECONOMICA	Il software ed il metodo su cui si basa per la definizione di un indice ambientale, si basa proprio sulla considerazione dei costi ambientali nascosti. A fianco dei costi tradizionali legati alla costruzione e al normale impiego di un edifico, esistono altri costi che devono essere tenuti in considerazione in una progettazione ambientalmente consapevole. I costi ambientali riducono il carico di un edificio, perché esprimono i costi necessari per la prevenzione e il trattamento dei danni ambientali, ma in pratica non conseguono la completa soluzione del problema ambientale ne sono abbastanza per un progetto sostenibile. I costi ambientali nascosti sono quei costi extra che si devono affrontare se si vuole realmente produrre un edificio sostenibile, adottando per esempio tecnologie costruttive che determinano edificio a consumo energetico zero. Questi costi attualmente nella pratica quotidiana non vengono considerati in uno studio di fattibilità perché altrimenti il progetto potrebbe diventare troppo costoso, ma questo non significa che non sia necessario il suo calcolo. Tramite il loro calcolo è infatti possibile capire la distanza tra le pratiche di costruzione tradizionali e quelle sostenibili. In questo software i costi nascosti vengono calcolati per i materiali edilizi, l'energia, il consumo di acqua e la mobilità legata all'edificio. E l'indice ambientale è definito sulla base di una comparazione tra costi nascosti affrontati nel 1990 e quelli del progetto in corso.

CICLO DI VITA	Il software valuta le prestazioni di sostenibilità dell'edificio sui 4 parametri: materiali, energia, acqua e mobilità che vengono impiegati e consumati durante la costruzione e le normali operazioni legate alla sua vita utile. Per questo si concentra solo sulle fasi di costruzione e vita utile.
UTENTE TIPO	Il software, che si traduce in un sistema di certificazione degli edifici, può essere impiegato da **diversi utenti** coinvolti a diversi livelli: – a livello governativo può essere impiegato dagli **amministratori territoriali** per stabilire dei target prestazionali che devono essere soddisfatti dall'ambiente costruito; – a livello di progetto, come i **progettisti (architetti e ingegneri**) lo possono impiegare per la scelta degli impianti e dei materiali che soddisfano i target fissati; – a livello di consulenza, per fornire delle indicazioni e delle valutazioni a terze parti.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa**, in quanto il software presenta diverse funzionalità che lo rendono adatto a diverse tipologie di utenti più o meno pratici della metodologia. – **BUILDING DESIGN PROCESS**. Proprio perché GreenCalc+ è strumento che agevola una politica integrata tra i diversi livelli responsabili del costruito (amministratori, progettisti, consulenti, ecc.) questo strumento, si presenta come un con linguaggio condiviso di valutazione che può rilevarsi utile sia **durante il momento di definizione di target e politiche ambientali**, che **durante il momento progettuale vero e proprio**, che **durante la consulenza per il miglioramento** di determinate prestazioni di un sistema.
DATABASE	Il database incluso al software contiene i costi ambientali di un largo numero di materiali da costruzione, basato sui processi di produzione olandesi. Al suo interno è possibile inserire anche dati specifici relativi a prodotti non inclusi nel database. Inoltre all'interno del software sono riportati anche una serie di esempi applicativi di questa valutazione del livello si sostenibilità di alcuni edifici, in prevalenza a destinazione commerciale e terziaria.

INFORMAZIONI GENERALI		Umberto
1 SVILUPPATO DA	**IFU – INSTITUTE FUR UMWELTINFORMATIK HAMBURG GMBH** Große Bergstraße 219, 4.OG 22767 Hamburg - Germany Phone: +49 40 48 000 9-0 Fax +49 40 48 000 9-22 E-mail: info@ifu.com Website: www.ifu.com	**ifeu - Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH** Wilckensstraße 3 69120 Heidelberg - Germany Phone: +49 (0) 6221 / 47 67 – 0 Fax: +49 (0) 6221 / 47 67 -19 E-mail: ifeu@ifeu.de Website: www.ifeu.org
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**PRÉ CONSULTANTS** Plotterweg 12 3821 BB Amersfoort - Netherlands Phone:+31 (0) 33 4555022 Fax: +31 (0) 33 4555024 E-mail: support@pre.nl Website: www.pre.nl	**IFU – INSTITUTE FUR UMWELTINFORMATIK HAMBURG GMBH** Große Bergstraße 219, 4.OG 22767 Hamburg - Germany Tel. +49 40 48 000 9-0 Fax +49 40 48 000 9-22 E-mail: info@ifu.com Website: www.ifu.com
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 4.3**, disponibile nei seguenti formati: – ***Umberto consult***: progettato per essere usato dalle società di consulenza. Include tutti le funzionalità possibili e con l'acquisto di questa versione, l'acquirente ha la licenza per usarlo in consulenze di lavoro per terze parti – ***Umberto business***: studiato per essere impiegato all'interno delle aziende – ***Umberto educ***: pensato per essere impiegato dalle università, dai centri di ricerca e dalle business school. Include tutte le funzionalità, anche se in alcuni casi ristrette, delle precedenti versioni, ad esclusione del diritto di usarlo in lavori per terze parti – ***Umberto test***: è una versione con licenza limitata a 30 giorni. Presenta funzionalità ridotte rispetto alle versioni precedenti e contiene alcuni progetti di esempio • **Versione demo** su CD, richiedibile direttamente alla Pré Consultants	
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** Pentium III, CPU di velocità minima 100Mhz • **Sistema operativo:** Microsoft Windows 98 e successive versioni • **Spazio occupato:** circa 800 MB	
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **MODELLO DI CALCOLO E BANCADATI** • Fornito come **singolo programma.** In funzione delle diverse versione disponibili, il software presenta più o meno componenti che garantiscono l'esecuzione di diverse funzionalità • **Interfaccia con altri programmi.** Umberto può lavorare sinergicamente con il software SimaPrò. I dati trattati al suo interno possono essere visualizzati ed importati con i programmi standard di trattamento dei dati quali Microsoft Excel. Inoltre include una SPOLD import/export Interface che consente di importare ed esportare dati di LCI da altri database, generalmente elaborati nel formato EcoSpold data exchange format. Infine sono fornite nel software delle COM/DCOM Interface, tecnologie che, basandosi sull'impiego di linguaggi come Visual basic Script, Python o Java Script, permettono di collegare l'elaborazioni del software con altri programmi, presenti localmente in un network o via Internet. • Tutte le versioni del software sono fornite con un proprio database interno, che riporta set di dati fino ad un massimo di 1200 moduli, riferiti a diversi campi di applicazione. Oltre al database standard interno con il software è anche fornito il **database EcoInvent**, che riporta dati relativi a 2500 processi relativi a diversi settori. • **Grafica a finestre e menu**	
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ifu.com; • Versione demo del software su CD; • Ifu Hamburg GmbH&ifeu Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH, *Umberto. A software tool for Life Cycle Assessment and Material Flow Analysis. User Manual*, Ifu – Institute Fur Umweltinformatik Hamburg GmbH, Hamburg, Germany, 2001.	

Umberto	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**Sistema dei flussi di materiali, i sistemi di produzione interni ad un azienda o il ciclo di vita di un prodotto industriale.**
TIPOLOGIA	**ANALYSIS TOOL - LIFE CYCLE ASSESSMENT E LIFE CYCLE COST SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software si basa sulla metodologia Material Flow Networks, approccio flessibile per creare dei modelli attendibili di sistemi anche complessi, secondo la teoria di Petri. Tramite la costruzione di questi modelli teorici, è possibile delineare graficamente tutti i flussi di materiali ed energia relativi ad un impianti di produzione o a una o più fasi del ciclo di vita di un prodotto. Tramite la delineazione di questi Material Flow Network è possibile definire e quantificare tutti i materiali e l'energia in input/output all'interno dei diversi processi coinvolti in un sistema produttivo o durante il suo ciclo di vita, ed è anche possibile dedurre correttamente le eventuali quantità sconosciute. Sulla base di questi modelli per un'azienda diventa più semplice sia svolgere dei bilanci generali di input/output sui flussi di materiale del sistema produttivo o del ciclo di vita di un prodotto, sia svolgere delle dettagliate analisi di tutti gli input/output relativi all'oggetto indagato, ricorrendo al delle analisi di Life Cycle Inventory, sia svolgere delle valutazione con dati aggregati delle prestazioni energetico-ambientali, ricorrendo alla metodologia di Life Cycle Assessment (LCA), che infine valutare i relativi costi ambientali, ricorrendo alle metodologie di Life Cycle Cost (LCC). Il lavoro sinergico del bilancio input/output dei materiali, della metodologia LCA ed anche della metodologia di LCC permette all'azienda di identificare i punti deboli da un punto di vista ambientale ed economico della sua struttura e di prendere delle decisioni a livello di scelte imprenditoriali generali, che tengano in considerazione delle ricadute ambientali e dei relativi costi di queste scelte, verificando se la scelta di perseguire una specifica strategia produttiva volta a mirare l'impronta ambientale di un processo non abbia poi delle ricadute negative sulle altre fasi, non risolvendo il problema, ma semplicemente spostandolo su altre fasi.
DATA INPUT	L'utente può analizzare l'oggetto in esame (sito produttivo o ciclo di vita), descrivendolo dettagliatamente come sistema di flussi in input/output di materiali ed energia, definendo quantitativamente tutti i materiali e l'energia coinvolti nei diversi processi e stabilendo dei limiti dell'analisi. I dati necessari per l'analisi possono essere specifici, cioè relativi all'oggetto indagato oppure possono essere tratti dalle librerie interne, che riportano dati relativi ai principali processi standard. Per ogni materiale possono essere fissate le proprietà tecniche (potere calorifero, ecc.), le sue performance ambientali e il suo valore di mercato. Per ogni analisi è inoltre possibile definire differenti scenari, ognuno caratterizzati da una propria struttura grafica e da un prefissato periodo di valutazione (per esempio l'anno fiscale) su cui verrà svolta poi la valutazione degli impatti e dei costi ambientali. Sulla base di questa descrizione il software nel delinea graficamente il sistema come una struttura a network, usando i Sankey Diagram, dove le diverse frecce e nodi rappresentano graficamente il carico energetico-ambientale ed economico dei diversi processi, oppure fornisce dei bilanci di input/output strutturati in funzione del parametro di analisi scelto (consumo materiali, emissioni dei singoli processi, ecc.).
DATA OUTPUT	Sulla base dei dati descritti e della loro rappresentazione grafica come strutture di reti o network, si hanno così a disposizione dei dati comuni, validi sia per svolgere delle dettagliate analisi di inventario, sia per fornire della valutazioni con dati aggregati di questi dati di inventario, secondo diversi metodi di valutazione, adottabili in un'analisi di LCA, come il Wirkungspotentialmethode, Swiss EcoPoint Method o in Eco-indicator, tutti sistemi di valutazione compresi nel software.

	I risultati possono essere espressi secondo diversi gradi di dettaglio, come dati aggregati o meno, relativi all'intero sito di produzione oppure possono essere specifici dei diversi processi coinvolti, in funzione delle diverse esigenze per cui è condotta l'analisi. I risultati delle valutazioni possono essere sviluppati sia in forma grafica, impiegando diversi tipi di diagrammi, sia in forma di bilancio e possono anche essere impiegati per comparare diversi scenari relativi allo stesso oggetto indagato in funzione di determinati parametri considerati e anche in questo caso i risultati delle comparazioni possono essere visualizzati graficamente secondo diversi tipi di diagrammi.
6 **VALUTAZIONE ECONOMICA**	Tramite Umberto, una volta condotta la valutazione delle prestazioni energetico-ambientali, secondo l'analisi di LCA, è possibile procedere ad un'analisi di Life Cycle Cost (LCC). Una volta fissate le diverse quantità di materiali ed energia impiegate, per ognuno di essi è infatti possibile definire i loro costi relativi, distinguendoli in costi diretti e indiretti e determinare i driver di costo dei diversi processi. Sulla base delle quantità fissate il software determina i costi interni di ogni processo, assegnando i costi in accordo al tipo di costo o ai driver di costo specificati. Come per i flussi di materiali ed energia, anche i flussi relativi ai costi in Umberto possono essere espressi con i Sankey Diagram, che evidenziano relazioni e quantità tra i diversi processi e attività coinvolti e analizzate, riferiti all'intero sistema o specifici per un singolo flusso di riferimento.
CICLO DI VITA	Tramite la delineazione grafica secondo i Sunkey Diagramm è possibile indagare con questo software sia i processi e la catena dei valori del sito produttivo, direttamente controllato dall'azienda, che valutare l'intero ciclo di vita del prodotto o alcune sue fasi. Tramite questo sistema di analisi che si basa sulla realizzazioni dei material flow network è infatti possibile variare i limiti dell'oggetto di analisi, comprendendo anche le fasi successive alla produzione. Così facendo possono essere tenuti nella debita considerazione anche l'impiego di materiali riciclati, valutandone le loro prestazioni energetico ambientali e i relativi fattori di costi legati al loro impiego. Inoltre tramite il ricorso a questo metodo di rappresentazione del material flow network, è possibile analizzare non solo il ciclo di vita di un singolo prodotto, ma rappresentare sistemi multiprodotto, delineando con trasparenza tutti i flussi di dati che potranno essere analizzati e valutati secondo diverse prospettive. Con questo software è infatti possibile ricorrere a diversi sistemi di allocazione per i flussi di materiali e costi nei diversi processi.
UTENTE TIPO	Il software è stato sviluppato, secondo diverse versioni in funzione della sua applicazione in diversi settori: aziende, **società di consulenza, centri di ricerca e università**. Principalmente è stato studiato per essere impiegato internamente alle aziende che desiderano ottimizzare i loro processi in chiave ecologico-ambientale e migliorare la loro competitività sul mercato, ma vista la flessibilità che contraddistingue lo strumento, può anche essere impiegato da istituti di ricerca e società di consulenza per svolgere un analisi dei flussi di materiali e sostanze o per valutare il ciclo di vita di un prodotto.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-alta**, legata alla necessità di conoscere approfonditamente l'oggetto di analisi e le metodologie di base su cui si fonda il software, quali la metodologia di Life Cycle Assessment, il metodo del Material Flow Network e i sistemi per redigere i bilanci di input/output del sistema di produzione. – **PRODUCT DESIGN PROCESS.** Non viene specificato, nella letteratura consultata, in quale fase del processo di sviluppo di un prodotto, possa essere impiegato. Tuttavia dall'analisi svolta dello strumento, si ritiene che la realizzazione di questi network di materiali possano essere molto utili **durante l'intero processo di sviluppo e produzione del prodotto**, per analizzare passo passo i diversi processi e produrre degli indicatori significativi delle performance dell'azienda. Dati e informazioni utili che potranno avere un'azione di feedback positiva sulle decisioni imprenditoriali svolte a livello di management generale.
DATABASE	All'interno del software è presente una libreria che, in funzione della diversa versione del software può contenere, può contenere 1200, 400 o 100 moduli di dati relativi ai processi ausiliari in diversi settori di applicazione, come forniture energetiche, trattamento e dismissione rifiuti, trasporti relativi a diversi materiali, plastiche, metalli, materiali da costruzione, fibre, ecc.

	Per ogni dato vengono riportate una descrizione delle caratteristiche tecniche, ambientali e del relativo prezzo di mercato, nel caso di costo fisso o è possibile scegliere tra diversi driver di costo nel caso di costi non riconducibili direttamente ai materiali, ma da questi e dai processi deducibili. Inoltre al suo interno possono essere salvati nuovi moduli, creati in relazione allo specifico contesto di analisi, che possono essere facilmente riutilizzati o scambiati con altri utenti. Con il software è anche possibile acquistare la licenza per il database EcoInvent (vedi scheda relativa), dal quale è possibile attingere fino a 2500 set di dati, elaborati come dati in d'inventario, secondo il format EcoSpold data exchange, che ne permette la loro facile integrazione all'interno di Umberto. All'interno di EcoInvent è possibile trarre ulteriori informazion e dati di inventario relativi alle seguenti aree: energia, trasporti, gestione rifiuti, materiali da costruzione, sostanze chimiche, agenti di pulizia, carta e cartone e relativi al settore agricolo.

INFORMAZIONI GENERALI	VAMP
1 SVILUPPATO DA	**QUASCO R&S**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**QUASCO R&S** Via Zacconi, 16 40126 Bologna – (IT) Phone: +39 051 6337811 Fax: +39 051 6337814 URL: www.vamplife.org
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione ottobre 2001** • **Versione demo reperibile contattando Quasco R&S**
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** PC • **Processore:** non specificato • **Sistema operativo:** Windows 98, Windows ME, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows 2003 server e Windows XP • **Spazio occupato**: non specificato
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO** • Il software è fornito come **singolo programma** • Il software si interfaccia con il modulo di Sistema di Supporto alle Decisioni per la Valorizzazione (SSD-V) che consente di immettere in rete Internet i dati elaborati con il software, affinché siano facilmente consultabili dagli utenti registrati. Il software infatti si inserisce in un più generale progetto di ricerca mirato alla realizzazione e sperimentazione di un innovativo sistema distribuito per la gestione dei flussi di rifiuti da Costruzione e Demolizione (C&D), con lo scopo di ridurre la quantità di rifiuti smaltiti in discarica, valorizzare le loro frazioni riutilizzabili e ottimizzando le potenzialità dei circuiti locali di recupero. • Il software VAMP contiene al suo interno una banca dati qualitativa, che riporta informazioni in merito alle tipologie di rifiuto a seguito di una demolizione edilizia, in coerenza con la classificazione CER. • Grafica a finestre e menu
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.vamplife.org; Versione demo del software ottenuta direttamente dalla Quasco R&S; • GIORDANO, R., *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche edilizie nell'ottica del ciclo di vit*a, tesi di ricerca presso il Dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente (XV ciclo), Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Milano, 2004; • SARA, B., (a cura di), *Applicazione della metodologia di valutazione del ciclo di vita nell'ambito del progetto VAMP e nel quadro d'accodo di collaborazione Qausco/ENEA*, 1° rapporto, Doc. Q19, Progetto VAMP, Bologna, Marzo 2000.

VAMP	**INFORMAZIONI SPECIFICHE**
OGGETTO DI ANALISI	**FLUSSO RIFIUTI E SCARTI PROVENIENTI DA DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE**
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - DFD Software**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	Il software VAMP si inserisce all'interno di un più ampio programma di ricerca nell'ambito dl Programma Europeo UE "LIFE – Ambiente" (LIFE ENV/IT/033), che si pone come obiettivo, la realizzazione e la sperimentazione in un ambito territoriale definito, di un innovativo sistema informatico distribuito per la gestione dei flussi di rifiuti provenienti dalle attività di Costruzione e Demolizione (C&D). In altre parole il progetto di ricerca mirava alla creazione di un mercato telematico, accessibile via Internet, dei rifiuti edilizi, basandosi sulla consapevolezza che in Italia è molto alto il quantitativo di rifiuti da C&D e, oltre a mancare un mercato di questi, mancano anche gli strumenti che agevolano l'incontro tra domanda e offerta e consentono di gestire il flusso dei materiali verso destinazioni effettivamente interessate al loro utilizzo. La finalità di questo progetto è la riduzione della quantità di rifiuti smaltiti in discarica e la valorizzazione delle frazioni riusabili o ciclabili, ottimizzando le potenzialità dei circuiti locali di recupero esistenti sul territorio. La particolarità di questo progetto sta proprio nella volontà di legare il flusso di rifiuti con la dimensione fisica del territorio. Tramite questo sistema, i flussi di rifiuti diventano una variabile territoriale che viene gestita da un sistema informativo territoriale capace di mettere in comunicazione i diversi soggetti interessati allo smaltimento e al loro scambio, fornendo una corretta individuazione delle discariche e degli impianti di smaltimento e trattamento più idonee ed il percorso corretto per raggiungerli, con lo scopo ultimo di ridurre l'impatto ambientale, limitare e ottimizzarne il loro smaltimento e a valorizzare al massimo il loro recupero e riciclaggio. Concettualmente questo sistema è così costituito da un modello virtuale dinamico della situazione territoriale, basato su un sistema GIS (*Geographical Information System*), che si alimenta di continuo con le informazione sui flussi di rifiuti, espresse in forma di offerta da parte di chi li produce e di domanda da parte di è interessato al loro recupero. Attraverso lo specifico software VAMP , si procede ad una analisi della fase di fine vita di un edificio, con lo scopo di fornire al progettista informazioni utili alla pianificazione delle operazioni di demolizione, che sono strutturate per poter poi essere immesse su un portale Web, in modo da favorire in tempo reale lo scambio di materiali e prodotti provenienti dalle attività di C&D. Tramite questo supporto informatico in pratica i produttori di scarti e i potenziali riutilizzatori vengono aiutati a scegliere le strategie di gestione più convenienti, in conformità alle reali condizioni del mercato: demolire separando le frazioni di residui che possono essere valorizzate; trasferire i rifiuti o rifornirsi di materiali riciclati negli impianti di trattamento più vicini o in quelli che praticano le condizioni più vantaggiose da un punto di vista sia ambientale che economico. Operativamente il sistema, in fase sperimentale nelle province di Modena e Reggio Emilia, è distinto in due moduli: – <u>il modulo SSD-D, Sistema di Supporto alle Decisioni per il Disassemblaggio</u>: che coincide con il software vero e proprio. Questo modulo supporta l'operatore nelle decisioni relative alle modalità più idonee per la demolizione dell'edificio o di parti di esso, fornendo una quantificazione delle macerie prodotte e agevolandolo anche nella redazione di un Piano di Demolizione per la pianificazione della attività coinvolte nella fase di fine vita dell'edificio; – <u>Il modulo SSD-V, Sistema di Supporto alle Decisioni per la loro Valorizzazione</u>: che è consultabile da un qualsiasi utente, previa registrazione, sul portale Web. Questo modulo, invece, assiste l'operatore nella selezione dei siti ambientalmente ed economicamente più vantaggiosi in cui conferire scarti e residui da C&D o da cui approvvigionarsi con materiali riciclati e componenti edilizi usati. In pratica, il software vero e proprio consente quindi di elaborare i dati e le quantità organizzate in modo tale da poter poi essere successivamente caricati direttamente nella Borsa Telematica oppure possono essere inseriti nel Sistema di Supporto alle Decisioni per la Valorizzazione (presente nella sezione "cerco" e "offro" del sito web). I dati ottenuti dal primo modulo, il software vero e proprio, possono poi essere caricati direttamente

– Nello specifico questo applicativo software, concepito per essere impiegato da diverse figure professionali, nella fase preliminare alle operazioni di decostruzione consente di :
– quantificare i materiali ricavabili, distinti per tipologia secondo i criteri CER (Codice Europeo dei Rifiuti) in tre categorie: componenti riutilizzabili, materiali riciclabili e macerie miste indifferenziate;
– organizzare operativamente le operazioni di cantiere;
– analizzare la tempistica delle operazioni di decostruzione;
– analizzare i costi di decostruzione.

DATA INPUT

L'analisi dell'edificio inizia con l'inserimento dei dati relativi al cantiere e alla ditta responsabile per la demolizione, dati necessari successivamente per coloro che saranno interessati all'acquisto dei rifiuti, perché li metteranno in condizione di individuare il luogo di provenienza e contattare i venditori.

Successivamente il progettista ha la possibilità di pianificare la demolizione in sessioni, che corrispondono alle unità rilevabili in un edificio e sono riconducibili alla classificazione di elementi tecnici fornita dalla norma UNI 8290.
Automaticamente il programma infatti fornisce una suddivisione dell'edificio nelle seguenti classi di elementi tecnici, a loro volta ulteriormente suddivisibili in:
– copertura: strato di tenuta, strato intermedio (isolamento, freno al vapore, ecc.), struttura e accessori;
– solaio: rivestimento estradosso, strato intermedio, struttura e rivestimento intradosso;
– parete: rivestimento, strato intermedio, struttura,
– infissi: infissi interni ed esterni;
– impianto idrico-sanitario. Macchine, rete di distribuzione e apparecchi idrosanitari;
– impianto di riscaldamento e condizionamento: macchine, rete di distribuzione e copri scaldanti;
– impianto elettrico: rete di distribuzione e apparecchi elettrici.

Il progettista a fronte di questa suddivisione, deve decidere in quante sessione, corrispondenti alle precedenti classi di elementi tecnici, programmare la demolizione dell'edificio e successivamente dovrà abbinare alle sessioni gli strati di unità che si intendono demolire e che per ovvie ragioni contengono il materiale che caratterizza la sessione.

Un aspetto delicato di questa fase, riguarda l'attribuzione per ogni materiale ad una delle tre categorie individuate e presenti nel software, che sono:
– componente: ovvero un materiale che può essere riutilizzato senza alcun trattamento;
– frammento: un rifiuti che deve essere portato in un impianto di trattamento per la sua trasformazione in Materia Prima Seconda (MPS);
– maceria mista: un materiale che deve essere portato in discarica autorizzata in quanto rifiuto pericolo.
Per ogni materiale è necessario indicare la quantità, la relativa unità di misura, il costo stimato del processo di smontaggio/demolizione (reperibile dai prezziari regionali), la data di inizio lavori e inizio stoccaggio in cantiere, la data di fine lavori e di fine stoccaggio e l'area di stoccaggio dei rifiuti in cantiere.

La procedura di allocazione di ogni materiale costituente l'unità considerata alle tre categorie è una attribuzione non semplice dal momento che non sempre è possibile determinare la qualità degli elementi presenti nell'edificio.
Al fine di agevolare tale operazione è possibile ricorrere ad una valutazione guidata, che consente tramite una serie di domande, di stabilire a quale categoria il rifiuto appartiene.

Per la determinazione dei tempi e dei costi relativi alla demolizione delle varie unità, invece, è possibile procedere tramite un metodo sintetico o un metodo analitico.
– Il metodo sintetico, partendo da un costo unitario e predefinito determina il costo complessivo di smontaggio dell'intero edificio.
– Il metodo analitico, invece, permette di fissare un costo personalizzato, in quanto non sempre è possibile dare riferimento ad unità standard.

DATA OUTPUT

Una volta inseriti tutti i dati, il programma software elabora il piano di demolizione, dove vengono riassunte le quantità di materiali suddivise nelle tre categorie: componenti, frammenti e macerie miste.
Inoltre il programma fornisce un diagramma di Gantt, che delinea le tempistiche legate alla diverse che verranno intraprese durante la fase di dismissione.
In altre parole si elabora un cronoprogramma che agevola il controllo e la pianificazione temporale di queste.

Così ottenuti e strutturati, i risultati potranno quindi essere inseriti nel modulo di SSD-V,contribuendo alla creazione di una vera e propria "piazza telematica" in cui i produttori di rifiuti e i possibili riutilizzatori trovano un luogo in cui le reciproche domande e offerta si incontrano.
Per ogni materiale, è possibile risalire ai luoghi di possibile recupero, articolati secondo tre parametri:
– minima distanza fra luogo di produzione e luogo di recupero;

	– migliore condizione di offerta dal sito di conferimento, – massima valorizzazione possibile del residuo. In sintesi tramite questo sistema è possibile avere a disposizione in tempo reale tutti i luoghi di conferimento o di approvvigionamenti disponibili, in cui è possibile reperire una specifica tipologia di residuo nel periodo indicato. In questo modo sarà così possibile evitare lo stoccaggio temporaneo di questi residui, dal momento che tramite questo sistema, questi potranno essere trasportati direttamente dal cantiere all'utente interessato al suo acquisto.
VALUTAZIONE ECONOMICA	VAMP, e nello specifico il software dedicato al supporto decisionale per il disassemblaggio, elabora una stima dei costi legati alle diverse operazioni di disassemblaggio legate alla demolizione dell'edificio. Stima che può essere sintetica e legata a parametri standard stabiliti dal software o personalizzata con i costi specifici per alcuni tipi di operazioni. Inoltre nella successiva fase di valorizzazione, fornisce una valutazione della convenienza economica del sito di conferimento o approvvigionamento dei materiali di scarto a cui rivolgersi a fronte di una maggiore qualità prestazionale del materiale recuperato.
CICLO DI VITA	VAMP è stato studiato appositamente per valutare fino a che punto conviene o meno procedere alla demolizione selettiva e quindi al recupero dei suoi materiali. Nello specifico è quindi software mirato al miglioramento della sola fase di fine vita di edificio**,** analizzando e valorizzando le diverse opportunità che è possibile seguire per la valorizzazione massima dei materiali, tramite trattamenti come il riciclo e il riuso, prima di procedere alla fase di discarica controllata.
UTENTE TIPO	Il software è stato sviluppato per essere impiegato da **diversi tipi di operatori**, che si trovano a dover affrontare o pianificare la demolizione di un edificio o il recupero degli scarti e dei rifiuti provenienti dalla fase di messa in opera di un nuovo edificio. Si tratta quindi di uno strumento volto **ai responsabili di cantiere, alle imprese di costruzione, ai progettisti stessi**, che consultando la bancadati, potranno avere un'idea concreta di quali possono essere i materiali per cui è possibile un trattamento alternativo prima della discarica e che quindi vanno impiegati nel loro progetto.

UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software è ricolto a diversi utenti e da loro è facilmente impiegabile e consultabile per la gestione del fine vita dei materiali dal costruzione.
	
	– **BUILDING PROCESS DESIGN**. L'impiego di questo strumento può essere molto utile durante le fasi di.
	  – **progettazione definitiva**: perché agevola il progettista nella delineazione di un progetto che favorisce la sua decostruzione una volta giunto al termine della sua vita utile;
	  – **progettazione esecutiva**: perché permette di programmare spazialmente e temporalmente tutte le fasi di cantiere comprese quelle relative dismissione dei rifiuti da C&D.

DATABASE	Il database incluso nel software contiene informazioni relative alle diverse tipologie di rifiuti che si possono avere da delle attività di C&D. Inoltre al suo interno sono anche contenute delle apposite librerie in cui sono riportate delle schede relative alle istruzioni di smontaggio di particolari elementi e alle attrezzature necessarie e agli accorgimenti per la salute dei lavoratori adottabili. Infine al suo interno è anche compresa una libreria di linee guida che agevolano il progettista nella procedura di allocazione di ogni materiale alle tre categorie di rifiuti individuate.

INFORMAZIONI GENERALI	WISARD
1 SVILUPPATO DA	**Ecobilan. The LCA experts**
2 PRODOTTO E DISTRIBUITO DA	**Ecobilan. The LCA experts** PricewaterhouseCoopers / Ecobilan Crystal Park 63, rue de Villiers 92200 Neuilly-sur-Seine - France Phone:+ 33 (1) 56 57 58 59 E-mail: info@ecobilan.com Website: www.ecobalance.com/uk_wisard.php
3 VERSIONE IN COMMERCIO	• **Versione 1** • **Versione demo:** consultabile direttamente sul sito: www.ecobalance.com/uk_wisard.php
4 SISTEMA HARDWARE	• **Piattaforma operativa:** non specificato • **Processore:** non specificato • **Sistema operativo:** non specificato • **Spazio occupato:** non specificato
5 STRUTTURA DEL SOFTWARE	• **BANCADATI E MODELLO DI CALCOLO;** • **Il software è fornito come singolo programma.** • **Interfaccia con altri programmi.** I risultati possono essere esportati come un semplice file di testo e possono poi essere elaborati con differenti programmi del pacchetto Microsoft Office (Excel, PowerPoint, ecc.) • Il software contiene al suo interno una **propria bancadati,** gestita e continuamente aggiornata dall'Ecobalance/Ecobilan. • **Grafica a finestre e menu.**
6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	• Dati e informazioni ricavabili direttamente dal sito www.ecobalance.com/uk_wisard.php; • Versione demo visualizzabile on-line sul sito;

WISARD	INFORMAZIONI SPECIFICHE
OGGETTO DI ANALISI	**SISTEMA DI GESTIONE RIFIUTI** adottato una volta che il prodotto è giunto al termine della sua vita utile.
TIPOLOGIA	**FOCUSED ANALYSIS TOOL - DFD, Design for Disassembly, SOFTWARE**
OBIETTIVI E METODOLOGIA	WISARD (*Waste-Integrated System for Assessment of Recovery and Disposal*) è un programma software mirato ad agevolare la valutazione dei diversi scenari di gestione rifiuti, valutandone le relative performance ambientali. Tramite la sua interfaccia grafica è possibile creare un modello del sistema analizzato, specificando i diversi trattamenti rifiuti adottato dalle aziende. In questo modo è possibile analizzare e valutare tra le diverse alternative possibili (interramento, incenerimento, classificazione e smistamento tra trattamenti di riciclaggio, compostaggio o digestione anaerobica) quelle che comportano le minori conseguenze ambientali, in funzione del contesto geografico e della tipologia di rifiuti prodotta. Il software automaticamente controlla che la descrizione degli scenari sia completa ed esauriente, fornendo un guida in linea che accompagna l'utente, durante questa operazione.
DATA INPUT	Tramite la sua interfaccia grafica è possibile creare un modello del sistema analizzato, specificando i diversi trattamenti rifiuti adottato dalle aziende. Il software automaticamente controlla che la descrizione degli scenari sia completa ed esauriente, fornendo un guida in linea che accompagna l'utente, durante questa operazione.
DATA OUTPUT	L'analisi e la valutazione per identificare i fattori maggiormente critici può essere condotta su due differenti livelli di accuratezza. I parametri del modello analizzato sono presentati per ordine di importanza su due livelli: - un livello più generale, sul quale si può derivare una valutazione basata su variabili come le distanze percorse tra i diversi punti di raccolta e la loro efficienza di smistamento - un livello più dettagliato, sul quale può essere condotta un indagine più accurata, riferendosi a dati specifici come le diverse risorse (materiali ed energia) impiegate per il mantenimento dei mezzi di trasporto (camion di raccolta,ecc.). In questo caso i dati essere estratti dal database interno in cui tali informazioni sono raccolte e immagazzinate. Inoltre all'interno di WIZARD sono compresi diversi sistemi di valutazione degli impatti, con i relativi fattori di valutazione, adottatabili in un'analisi di LCA, che permettono il calcolo dei potenziali impatti che possono venire a generarsi in seguito all'adozione di uno piuttosto che di un altro sistema di gestione rifiuti. Il software poi mette a disposizione una guida ondine, che agevola l'utente nell'interpretazione dei risultati della valutazione di questi impatti. I risultati dell'analisi possono essere espressi come tabelle o diagrammi, secondo diversi tipi di opzioni grafiche e possono essere utili per identificare le opportunità di miglioramento in termini di eco-efficienza, nella gestione del fine vita di un prodotto e dei flussi di rifiuti, per fissare delle priorità e delle opzioni da perseguire, adottando un approccio al ciclo di vita coerente con le norme ISO, per agevolare un risparmio dei costi attraverso un perfezionamento del sistema di gestione dei flussi di materiali ed energia per conformarsi ai vari regolamenti e leggi inerenti.
VALUTAZIONE ECONOMICA	La valutazione delle diverse gestioni della fase di fine vita avviene tenendo in considerazione non solo gli aspetti ambientali, ma anche le conseguenze economiche derivanti dai diversi sistemi di trattamento a cui destinare i flussi di rifiuti.

CICLO DI VITA	Tramite WISARD è possibile migliorare le performance ambientali dei sistemi di trattamento di fine vita di diversi prodotti. Adottando questo software è infatti possibile valutare il sistema di gestione rifiuti adottato, analizzando in dettaglio i diversi scenari di fine vita interramento, incenerimento, classificazione e smistamento tra trattamenti di riciclaggio, compostaggio o digestione anaerobica.
UTENTE TIPO	È uno strumento software studiato per essere adottato dalle **Agenzie Ambientali, dalla Autorità locali e dalle industrie di gestione e raccolta rifiuti** (automobilistici, elettronici e beni di consumo), per agevolare la gestione dei diversi scenari di gestione dei rifiuti e supportare le decisioni strategiche che verranno assunte in relazione a questo contesto.
UTILITÀ	– **Difficoltà di impiego: medio-bassa.** Il software ha un interfaccia grafica dedicata alla specifica tipologia i utenza per cui è stato sviluppato, e fornisce risultati (espressi come tabelle o grafici comparativi) che possono essere facilmente esportati nei vari report ambientali. – **PRODUCT DESIGN PROCESS**. Questo software **non è stato sviluppato per essere impiegato durante il momento progettuale del prodotto**. Tuttavia dati relativi i futuri scenari di dismissione a cui sarà destinato il prodotto in progetto, potrebbero comunque essere molto utili durante la fase progettuale, e nello specifico durante la fase metaprogettuale durante la quale si fissano i requisiti prestazioni che il prodotto dovrà soddisfare.
DATABASE	Molti dati utili per condurre l'analisi sulle conseguenze ambientali del sistema indagato, possono essere estratti dal database interno al software che raccoglie i dati dalla bancadati Ecobilan/Ecobalance e quelli raccolti dall UK France-New Zealand. Entrambi questi enti negli anni hanno infatti condotto numerosi studi sulla gestione dei rifiuti in diversi contesti industriali, automobilistico, elettronico e dei beni di consumo. Nel database di default fornito con il kit del software sono quindi disponibili dati di LCA, aggiornati ed affidabili, che possono essere ulteriormente integrati e personalizzati, con l'acquisto di dataset relativi a specifici contesti produttivi e geografici. Inoltre l'utente può raccogliere e creare un proprio database importando dati specifici al proprio contesto di analisi o adottando e modificando i dati presenti nel database.

BIBLIOGRAFIA RAGIONATA

APPENDICE 1 -

LCIA method in generale

ALLAN ASTRUP, J., ELKINGTON, J., CHRISTIANSEN, K., HOFFMANN, L., MØLLER, B. T., SCHMIDT, A., VAN DIJK, F., (a cura di), *LCA Guiden. Life Cycle Assessment (LCA). A guide to approaches, experiences and information sources*, FORCE Technology, website version, 2002, section weighting method

AUMONIER, S. (a cura di), *Streamlined Life Cycle assessment Study*, Environmental resources management, Oxford, UK, 2001

BARE, J. C., *Developing a Consistent Decision-Making Framework by Using the U.S. EPA's TRACI*, System Analysis Branch, Sustainable Technology Division, National Risk management, Research Laboratory, US Environmental Protection Agency, Cincinnati (USA), 2002

BARE, J. C., NORRIS, G. A., PENNINGTON, D. W., McKONE, T., *TRACI The Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other Environmental Impact*, in *Journal of Industrial Ecology*, Volume 6, n. 3-4, Massachusetts Institute of technology and Yale University, Cincinnati (USA), 2003

BENGT, S., *A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000. General system characteristics*, CPM - Centre for the environment assessment of Product and Material systems, Chalmers University of Technology – Technical Environmental planning, in collaborazione con Swedish National Board for Technical and Industrial Development, 1999

FRISCHKNECHT, R., JUNGBLUTH, N., (a cura di), *Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods*, ecoinvent report n.3, Swiss Centre for Life Cycle Inventories & ESU-services, Uster, Dubendorf, 2004

FRISCHKNECHT, R., STEINER, R., BRAUNSCHWEIG, A., NORBERT, E., HILDESHEIMER, G., *Swiss Ecological Scarcity method: the new version 2006*, atti del convegno 7th International Conference on Ecobalance, Tsukuba, Japan, 2006

GOEDKOOP, M. , OELE, M., EFFTING, S., *SimaPrò 6 Database Manual. Methods library*, Prè consultants, Amersfoort, Netherlands, 2004

GOEDKOOP, M., SPRIENSMA, R., *The Eco-Indicator 99, A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment*, Prè consultants in collaboration with Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), Amersfoort, Netherlands, 2001

HAUSCHILD, M.I, POTTING, J. (a cura di), *EDIP, Spatial differentiation in LCA impact assessment*, in collaborazione con Danish EPA, Environmental News n. 80, 2005

HUMBERT, S., MARGNI, M., JOLLIET, O., *IMPACT 2002+. User guide*, Industrial Ecology & Life Cycle System Group, GECOS, Swiss Federal institute of Technology Lausanne (EPFL), Lausanne (CH), 2006

JOLLIET, O., BRENT, A., GOEDKOOP, M., (et Alii), *Final Draft report of the LCIA Definition Study*, Life Cycle Impact Assessment programme of The Life Cycle Initiative, 2003

POWELL, J.C., PEARCE, D., BRISSON, I., *Valuation for Lice Cycle Assessment of Waste management Options*, Centre for Social and Economic Research on Global Environment, University of East Anglia and university College London, London, 2002

UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, *Explanation of Life Cycle Impact Assessment, Short description of LCIA methods*, UNEP Report, website version, 2005

APPENDICE 3

Software in dettaglio

ALTHAUS, H. J, (et Alii), *EcoInvent. Overview and Methodology*, EcoInvent Report n°1, ESU Service, Dubendorf, Switzerland, June 2004;

ASHBY, M. F., JOHNSON, K., *Materials and Design. E*dizione italiana: LEVI, M., PEDEFERRI, M., DEL CURTO, B., ROGNOLI, V. (a cura di) casa editrice Ambrosiana, Milano, 2005.

ASHBY, M. F., WEGST, U., G.K., *The development and use of a methodology for the Environmentally-conscious selection of materials*, presented ad the Third Biennal World Conference on Integrated Design and Process technology (IDPT) (Proceedings Volume 5, pp. 88-93), Berlin, Germany, 6-9 July, 1998;

COULTER, P., *Rational selection of the thermoplastics*, article on Materials World, September, 2004;

DAMMANN, S., *Environmental Indicators for buildings. A search for a common language*, By og Byg, Danish Building and Urban Research, Horsholm, 2004;

DE BENEDETTI, B., BALDO, G.L., ROSSI, S., *Environmentally-conscious design and life cycle assessment*, paper given at First International Conference on sustainable energy, planning & technology in relationship to the environment, Energy and the Environment, WIT Press, Halkidiki, Greece 14-16 May 2003;

DOVE, W., *Life Cycle Assessment: an argument for a detailed approach*, LCM 2005 conference proceedings, Volume 2, pg 481-484, Barcelona, 2005;

ECOBILAN, *Getting Started with TEAM 4.0*, Ecobilan Group, 2004;

ECOBILAN, *TEAM User's Manual. Version 4.0*, Ecobilan Group, September, 2004;

ERIXON, M., CARLSON, R., PALSSON, A. C., *Measuring the environmental impact of products*, *CPM's experiences of tools, methods and provision of information*, Industrial Environmental Informatics, Chalmers University of Technology, Swedish Environmental Protection Agency, 2003;

ERIXON, M., *Formatting Data for EAA. According to the CPM Data Documentation Criteria*, Chalmers University of Technology, CPM-report 2002:2, 2002;

FRISCHKNECHT, R. (et Alii), *TCAce, Total Cost Assessment Tool,* Sylvatica, USA, 2000;

FRISCHKNECHT, R., (et Alii), *EcoInvent. Code of Practice***,** EcoInvent Report n°2, ESU Service, Dubendorf, Switzerland, June 2004;

GBA*, Green Building Advisor User's Guide*, BuildingGreen Inc and Design Harmony Inc., Brattleboro (USA) 2001;

Granta Material Intelligence, *SELECTOR Quick Start, Charter 4*, User Manual, Granta Design Limited**,** Cambridge, United Kingdom, 2004;

HITTINGER, J., *Keeping score. Life cycle Assessment is a critical tool that examines all aspects of a product's life, from cradle to grave*, in Interiors&Sources, EnvironDesign Journal, pg 50-51, spring, 2001;

Ifu Hamburg GmbH&ifeu Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH, *Umberto. A software tool for Life Cycle Assessment and Material Flow Analysis. User Manual*, Ifu – Institute Fur Umweltinformatik Hamburg GmbH, Hamburg, Germany, 2001

IKP & PE, *GaBi 4 Manual. Introduction to GaBi 4*, IKP Institute for Polymer Testing and Polymer Sciences of the University of Stuttgart e PE Europe GmbH**,** March, 2003;

JANSEN, S., C., BOKEL, R.M.J., VAN DEN DOBBELSTEEN, A.A.J.F., CAN DER VOORDEN, M., *An energy-saving office facade adaptable to outside weather conditions in the Netherlands*, conference proceeding of Building Simulation 2003, 8th International IBPSA conference, Eindhoven, Netherlands, 2003;

LIPPIATT, B. C., *BEES 3.0, Building for Environmental and Economics Sustainability*, Technical Manual and User Manual, NIST – National Institute of Standard and Technology**,** Technology Administration, U.S. Department of Commerce, October, 2002;

LIPPIATT, B.C., Tech Briefs. *BEES Software weights performances data on green solutions*, in architectural Record.

LIPPIATT, B.C., BOYLES, Amy, S., *Use BEES to select Cost-Effective Green Products*, in International Journal of Life Cycle Assessment, n°6, 2001;

LUCUIK, M., TRUSTY, W., NILS, L., ROBERT, C., *A Business Case for Green Buildings in Canada*, Morrison Hershfied, Ottawa, Canada, March, 2005

MAIER, C., *Mapping the Polymer Universe*, British Plastics&Rubber, August, 2002;

NORRIS, G. A., *TCAce, Total Cost Assessment Tool – Using TCAce,* Sylvatica, USA, 2004;

Pacific Northwest National Laboratory, *Waste Minimization/Pollution Prevention, good practice guide GPG-FM-025A***,** Life cycle Asset Management, DOE Department of Energy, Office of Field Management, Office of Project and Fixed Asset Management, Washington, USA, December 1996.

PETERSON, K.,L., DORSEY, J.,A., *Roadmap for Integrating Sustainable design into Site-level operations*, Pacific Northwest National Laboratory operated by a Battelle of U.S.Department of Energy (DOE), Richland, Washington (USA), March 2000, PNNL 13183

SARA, B., (a cura di), *Applicazione della metodologia di valutazione del ciclo di vita nell'ambito del progetto VAMP* e nel quadro d'accodo di collaborazione Quasco/ENEA, 1° rapporto, Doc. Q19, Progetto VAMP, Bologna, Marzo 2000.

SUNNIKA, M., KLUNDERM, G., *Sustainable building in the Netherlands*, conference proceeding of Housing Studies Association Conference – Spring 2001, University of York,

TRUSTY, W., *Introducing An Assessment Tool Classification System*, Advanced Building Newsletter # 25, July 2000.

TRUSTY, W., *Understanding the Green Building Toolkit: Picking the Right Tool for the Job,* paper presented at the USGBC Greenbuild International Conference & Expo, Pittsburgh, November 2003;

VAN DER LUGT, P., VAN DEN DOBBELSTEEN, A., ABRAHAMS, R., *Bamboo as a building material alernative for Western Europe? A study of the environmental performances, cost and bottlenecks of use of bamboo products in western Europe*, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, The Netherlands

Sitografia degli ecosoftware

- www.sbi.dk;
- www.athenasmi.ca;
- http://www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html;
- www.boustead-consulting.co.uk
- www.grantadesign.com
- www.dfma.com
- www.design-iv.com
- www.ecoinvent.ch
- www.pre.nl
- http://www.pre.nl/eco-it/default.htm
- www.ind.tno.nl/en/product/ecoscan/index.html
- www.pnl.gov/doesustainabledesign
- www.ecosmes.net
- www.gabi-software.com
- www.BuildingGreen.com
- www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm
- http://www.lcait.com/01.html
- www.lisa.au.com;
- www.pre.nl/tcace/default.htm
- www.ecobalance.com/uk_team.php
- www.greencalc.com;
- www.ifu.com;
- www.vamplife.org;

Database

ALLAN ASTRUP, J., ELKINGTON, J., CHRISTIANSEN, K., HOFFMANN, L., MØLLER, B. T., SCHMIDT, A., VAN DIJK, Franceska, (a cura di), *LCA Guiden. Life Cycle Assessment (LCA). A guide to approaches, experiences and information sources*, FORCE Technology, website version, 2002, section databases;

BRETZ, R., *SPOLD*, in International journal of LCA, n.3, 1998, pag. 119-120

ERIXON, M., AGRIN, S., *An assessment of the SPOLD Format with comparison between SPOLD and Spine*, CPM - Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems, Chalmer University of Technology, Goteborg (SE), 1998

HEDEMANN, J., MEINSHAUSEN, I., FRISCHKNECHT, R., *Ecoinvent 2000 – Documentation EcoSpold*, Swiss Centre for Life Cycle Inventories & ESU-services, 2003

IEA – International Energy Agency, Annex 31, Directory Tools – A survey of LCA tools, website version, 2001, section databases

RMIT, *Background report. LCA tools, Data and Application in the Building and Construction Industry*, Centre for Design at RMIT University for Environment Australia, Department of the Environment and Heritage, 2001